

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE SIEMBRA DIRECTA EN EL CULTIVO
DEL ARROZ (*Oryza sativa* L)

ALECY ANDRADE CARMONA
JOSE MARTIN PABON RICO

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONÓMICA
SANTA MARTA

2001

COMPARACION DE DOS SISTEMAS DE SIEMBRA DIRECTA EN EL CULTIVO
DEL ARROZ (*Oryza sativa* L)

ALECY ANDRADE CARMONA

JOSE MARTIN PABON RICO

Memoria de grado presentada como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Agrónomo

JORGE GADBAN REYES I.A.

Director

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONÓMICA
SANTA MARTA

2001

DEDICATORIA

El hacer las cosas bien, no es tan importante; como hacer las bien, pero en el momento oportuno.

A mis padres, muy especialmente a la señora Sonia...mi madre, a mi hijo Alexis Junior y a su madre, a mis hermanos y demás familiares, y en general a todas aquellas personas que siempre han creído en mí.

Alecy

DEDICATORIA

A mi madre y a mis hijos con mucho cariño, a mis familiares, y a todas aquellas personas que contribuyeron para la realización de este proyecto.

José Martín

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a:

Jorge Gadban Reyes, Ingeniero Agrónomo y director de la memoria de grado por su valiosa orientación empeño y dedicación.

Gabriel Consuegra Narváez, Ingeniero Agrónomo y jurado de la memoria de grado, por su interés y constante motivación en el trabajo.

Adalberto Joly Orozco, Ingeniero agrónomo y jurado de la memoria, por sus valiosos aportes a la investigación.

Universidad del Magdalena, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa de Ingeniería Agronómica, artífice de nuestra formación profesional.

José María Maestre Cujia, cuyos aportes fueron fundamentales para la realización de éste trabajo.

A todas aquellas personas que de una u otra manera aportaron su grano de arena para que éste proyecto se realizara con éxito

TA
00518



CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. ANTECEDENTES	2
1.1. METODOS DE SIEMBRA UTILIZADOS EN EL CULTIVO DEL ARROZ	2
1.1.1. Siembra directa	2
1.1.1.1. Siembra a chuzo o espeque	2
1.1.1.2. Siembra en surcos	2
1.1.1.3. Siembra al voleo	3
1.1.1.3.1. Voleo manual	3
1.1.1.3.2. Siembra con voleadora manual	4
1.1.1.3.3. Siembra con voleadora de tractor	4
1.1.1.3.4. Siembra con avión	4
1.1.2. Transplante	5
2. MATERIALES Y METODOS	7
2.1. DESCRIPCIÓN DEL AREA	7
2.1.1. Ubicación Geográfica	7
2.1.2. Aspectos climáticos	7
2.1.3. Suelos	7
2.2. DESARROLLO DEL ENSAYO	8

2.2.1	Diseño experimental	8
2.2.2	Sistemas y densidades de siembra	8
2.2.3	Material vegetal utilizado	8
2.3	PROCEDIMIENTO PARA LA INSTALACIÓN DEL ENSAYO	10
2.3.1	Preparación del suelo	10
2.3.2	Siembra	10
2.3.3	Caballoneo e instalación del lote	10
2.3.4	Riego	11
2.3.5	Fertilización	11
2.3.6	Manejo químico de malezas	11
2.3.7	Manejo químico de plagas	13
2.3.8	Manejo químico de enfermedades	13
2.3.9	Cosecha	14
2.4	PARAMETROS EVALUADOS	14
2.4.1	Porcentaje de germinación	14
2.4.2	Altura de plantas	15
2.4.3	Macollamiento válido	15
2.4.4	Peso de la espiga	15
2.4.5	Número de granos por espiga	15
2.4.6	Producción	15
2.4.7	Peso de 1000 granos	16
2.4.8	Rentabilidad de tratamientos	16

2.5 METODOS ESTADISTICOS	16
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
3.1 EFECTO DE LOS SISTEMAS Y DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE LA PRODUCCION	17
3.2 PORCENTAJE DE GERMINACION	22
3.3 MACOLLAMIENTO VALIDO	24
3.4 ALTURA DE LAS PLANTAS	29
3.5 NUMERO DE GRANOS POR ESPIGA	34
3.6 PESO DE LA ESPIGA	40
3.7 PESO DE 1000 GRANOS	48
3.8 PORCENTAJE DE RENTABILIDAD	54
4. CONCLUSIONES	61
BIBLIOGRAFIA	62
ANEXOS	64

LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Sistemas y densidades de siembra evaluadas en el cultivo del arroz (<u>Oryza sativa</u> L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.	9
Tabla 2. Resultados del análisis de suelo efectuado para la comparación de dos sistemas de siembra directa en el cultivo del arroz (<u>Oryza sativa</u> L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.	12
Tabla 3. Producción en Kg/ha, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (<u>Oryza sativa</u> L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.	18
Tabla 4. Porcentaje de germinación, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (<u>Oryza sativa</u> L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.	23
Tabla 5. Macollamiento válido, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (<u>Oryza sativa</u> L) en ensayo	

Realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 26

Tabla 6. Altura de plantas en centímetros, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 32

Tabla 7. Numero de granos por espigas, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 37

Tabla 8. Peso de la espiga en gramos, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 43

Tabla 9. Peso en gramos de 1000 granos, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 49

Tabla 10. Rentabilidad en porcentaje, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 55

LISTA DE FIGURAS

	Pag
Figura 1. Efecto de los sistemas y densidades de siembra sobre la producción del cultivo del arroz (<i>Oryza sativa</i> L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.	20
Figura 2. Efecto de los sistemas y densidades de siembra sobre la germinación de la semilla del arroz (<i>Oryza sativa</i> L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.	25
Figura 3. Efecto de los sistemas y densidades de siembra sobre el macollamiento de las plantas de arroz (<i>Oryza sativa</i> L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.	27
Figura 4. Correlación simple realizada entre el número de macollas por plantas y la producción del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L) en el sistema de hileras a chorrillo, en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.	30
Figura 5. Regresión lineal realizada entre el número de macollas por plantas y la producción del cultivo del arroz (<i>Oryza sativa</i> L) en el sistema de siembra	

en hileras a chorrillo, en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 31

Figura 6. Efecto de los sistemas y densidades de siembra sobre la altura de las plantas del arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 33

Figura 7. Correlación simple realizada entre la altura de las plantas y la Producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 35

Figura 8. Regresión lineal realizada entre la altura de las plantas y la producción del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 36

Figura 9. Efecto de los sistemas y densidades de siembra sobre el número de granos por espiga en las plantas de arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 39

Figura 10. Correlación simple realizada entre el número de granos por espiga y la producción de arroz (*Oryza sativa* L) en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 41

Figura 11. Regresión lineal realizada entre el número de granos por espiga y la producción del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 42

Figura 12. Efecto de los sistemas y densidades de siembra sobre el peso de las espigas de las plantas de arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 45

Figura 13. Correlación simple realizada entre el peso de las espigas y la producción del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 46

Figura 14. Regresión lineal realizada entre el peso de las espigas y la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 47

Figura 15. Efecto de los sistemas y densidades de siembra sobre el peso del grano del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 51

Figura 16. Correlación simple realizada entre el peso del grano y la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) en el sistema de siembra en hilera a

chorrillo, en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 52

Figura 17. Regresión lineal realizada entre el peso del grano y la producción del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 53

Figura 18. Correlación simple realizada entre la rentabilidad y la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 57

Figura 19. Regresión lineal realizada entre la rentabilidad y la producción del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 58

Figura 20. Efecto de los sistemas y densidades de siembra sobre la rentabilidad del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 60

LISTA DE ANEXOS

	Pag.
Anexo A. Análisis de varianza de la producción, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (<u>Oryza sativa</u> L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.	65
Anexo B. Promedio de la producción, para cada una de las densidades de siembra evaluadas en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, en el cultivo de arroz (<u>Oryza sativa</u> L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.	66
Anexo C. Promedios de la producción, para cada una de las densidades de siembra evaluadas en el sistema de siembra de voleo en el cultivo de arroz (<u>Oryza sativa</u> L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.	67
Anexo D. Análisis de varianza del porcentaje de germinación, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (<u>Oryza sativa</u> L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.	68
Anexo E. Análisis de varianza del número de macollas por planta, para cada	

uno de los sistemas y densidades de siembra, evaluados en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 69

Anexo F. Promedio del número de macollas por plantas, para cada una de las densidades de siembra evaluadas en el sistema de siembra al voleo, en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 70

Anexo G. Promedio del número de macollas por planta, para cada una de las densidades de siembra evaluadas en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 71

Anexo H. Análisis de varianza de la altura de plantas, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra, evaluados en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 72

Anexo I. Promedio de la altura de plantas en cm. Para cada uno de los sistemas de siembra y sus respectivas densidades evaluadas en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 73

Anexo J. Análisis de varianza del numero de granos/espiga, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (Oryza sativa L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 74

Anexo K. Promedio del número de granos por espiga, para cada una de las densidades de siembra evaluadas en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, en el cultivo de arroz (Oryza sativa L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 75

Anexo L. Promedio del número de granos por espiga, para cada una de las densidades de siembra evaluadas en el sistema de siembra de voleo, en el cultivo de arroz (Oryza sativa L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 76

Anexo M. Análisis de varianza del peso de las espigas, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (Oryza sativa L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 77

Anexo N. Promedio del peso de las espigas en gramos, para cada una de las densidades de siembra evaluadas en el sistema de siembra al voleo, en el cultivo del arroz (Oryza sativa L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 78

Anexo Ñ. Análisis de varianza del peso del grano, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra, evaluados en el cultivo de arroz (Oryza sativa L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 79

Anexo O. Análisis de varianza de la rentabilidad en porcentaje, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluadas en el cultivo del arroz (Oryza sativa L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 80

Anexo P. Promedio de la rentabilidad en porcentaje, para cada una de las densidades de siembra evaluadas en el sistema de siembra al voleo, en el cultivo del arroz (Oryza sativa L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 81

Anexo Q. Promedios de la rentabilidad en porcentaje para cada una de las densidades de siembra evaluadas el sistema de siembra en hileras a chorrillo en el cultivo del arroz (Oryza sativa L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar. 82

RESUMEN

En Valledupar, departamento del Cesar, República de Colombia, se llevó a cabo un ensayo en el cultivo del arroz (Oryza sativa L) en el cual se compararon dos sistemas de siembra directa, en hileras a chorrillo y al voleo; y densidades de siembra 100, 150, 200 y 250 Kg. de semilla/ha para ambos sistemas; ensayo realizados durante los meses de Junio a Octubre de 1997.

El objetivo general de la investigación fue: Comparar los sistemas de siembra directa (al voleo e hileras a chorrillo) en el cultivo de arroz (Oryza sativa L).

Los objetivos específicos de la investigación fueron:

- Encontrar la respuesta del cultivo del arroz a dos sistemas de siembra directa (al voleo e hileras a chorrillo) en cada uno de los parámetros evaluados.
- Determinar la densidad de siembra más apropiada para cada uno de los sistemas evaluados.
- Calcular la rentabilidad para cada uno de los sistemas de siembra en las diferentes densidades evaluadas.

El diseño experimental empleado fue de parcelas divididas en bloques al azar, con cuatro replicas, correspondiendo las parcelas grandes a los sistemas de siembra y las subparcelas a las densidades de siembra.

Los parámetros evaluados fueron: Producción en Kg/ha, porcentaje de germinación, macollamiento válido, altura de plantas, número de granos por espiga, peso de la espiga, peso del grano, porcentaje de rentabilidad.

Los resultados obtenidos al analizar cada uno de los parámetros establecidos en el ensayo indicaron que el mejor comportamiento se obtuvo en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, donde la densidad de 100 y 150 Kg de semilla/ha registraron promedios de 7965,75 y 7567,75 kg/ha de arroz paddy, respectivamente; hechos análogos ocurrieron en el parámetro de rentabilidad, donde estas mismas densidades originan en el mismo orden 123,98 y 106,29%. Mientras que para el sistema de siembra el voleo, los mejores rendimientos tanto en producción como en rentabilidad se obtuvieron con densidad de siembra de 200 kg de semilla/ha, arrojando promedios de 7074,75 kg/ha de arroz paddy y 87,57% de rentabilidad.

INTRODUCCIÓN

A través del tiempo el hombre ha notado que cada una de las prácticas culturales son fundamentales para el desarrollo adecuado de los cultivos, él mismo ha tratado de mejorarlos con el objeto de obtener mejores resultados cada día. Dentro de estas practicas el sistema de siembra utilizado se constituye en factor importante determinante en la uniformidad de la siembra en cuanto a su distribución en el área y profundidad en el suelo; además es fundamental para la realización de las otras prácticas de cultivo y para el calculo de la cantidad de semilla a utilizar para la siembra.

El arroz alcanza consumo per cápita de 40 Kg. en la Costa Atlántica y de 30 Kg en todo el país. Cada día aumenta el número de consumidores, mientras que disminuye el área cultivada, ésta disminución se debe principalmente al alto costo de los insumos utilizados en el cultivo, considerando la siembra como una de las prácticas más costosas debido al elevado precio de la semilla. En el presente trabajo se evaluaron dos sistemas de siembra directa, hilera a chorrillo y al voleo, con el objeto de determinar cual ofrece los mejores resultados, tanto en rendimiento como en rentabilidad; además con la pretensión de establecer las densidades de siembra que más se adapten a cada uno de los sistemas evaluados.

1. ANTECEDENTES

1.1 METODOS DE SIEMBRA UTILIZADOS EN EL CULTIVO DE ARROZ

Las formas de sembrar el arroz se presentan en dos grandes grupos: Siembra Directa y Transplante; además en algunas zonas de América se utiliza el cultivo de socas o retoño como una forma de obtener una nueva cosecha.

1.1.1 Siembra Directa. - Consiste en ubicar la semilla directamente en el sitio donde la especie producirá sus frutos, esta semilla puede plantarse seca, húmeda o pregerminada (Ventura). Los métodos de siembra directa se dividen en: Siembra a chuzo o espeque, Siembra en surcos y siembra al voleo.

1.1.1.1 Siembra a Chuzo o espeque. - Este método consiste en colocar la semilla en orificios hechos en el suelo por medio de un madero con asta, González y Murillo, con distancias de siembra amplia que van de 30 a 50 cm. entre sitios sin seguir un patrón definido, en cada sitio se depositan de 10 a 20 semillas secas y se tapan con el pie. Este sistema es utilizado por agricultores pequeños, ubicados en zonas de colonización.

1.1.1.2 Siembra de Surcos. - Para este tipo de siembra se utiliza maquinaria halada por un tractor, los cuales depositan a chorro, a una distancia entre surcos

la siembra de ésta manera, se requieren suelos bien preparados que permitan una adecuada y uniforme colocación de la semilla.

En Colombia, especialmente en la Región Caribe las sembradoras de chorro son poco utilizadas por los agricultores en áreas grandes, porque deben ser manejadas a bajas velocidades en comparación con la siembra al voleo. En Brasil según Amaral, en áreas de secano, la siembra se realiza por este método pero con surcos distantes entre 40 y 50 cm, a fin de permitir labores culturales mecanizadas. Para riego se siembra a 17cm entre surcos, empleando de 120 a 150 kg. de semilla/ha.

1.1.1.3 Siembra al Voleo. - Es una de las formas de siembra más generalizadas en América, por lo rápido y económica. Existe el voleo manual o con máquinas esparcidoras manuales, la siembra con voleadora de tractor y la siembra con avión; además puede utilizarse semillas seca, húmeda y pregerminada según el tipo de preparación de suelo. Por ésta forma la distancia entre plantas es más irregular y la germinación de la semilla es desuniforme.

1.1.1.3.1 Voleo Manual. - Se utiliza para pequeñas extensiones y la semilla se distribuye a mano, en franjas o caminando en círculos dentro del lote; hoy día este método se emplea para distribuir semillas pregerminadas en el lodo o en el agua, y para extensiones que no ameriten la utilización de un avión; este método es lento donde el obrero siembra entre 1 y 2 ha/día. Cuando se emplean semillas secas generalmente se utilizan entre 100 y 200 kg. de semilla/ha, luego deben ser

secas generalmente se utilizan entre 100 y 200 kg. de semilla/ha, luego deben ser incorporadas mediante el pase de un rastrillo o de una rastra pesada sin traba, tratándose de semilla pregerminada en el agua o en el lodo se emplean entre 80 y 100 kg. de semilla/ha, Sánchez.

1.1.1.3.2 Siembra con voleadoras manuales. - Se utilizan pequeñas máquinas de distribución centrífuga, las cuales hacen una buena cobertura del terreno en franjas de 4 a 6 metros. La cantidad de semilla así utilizada varía de 100 a 150 kg. de semilla/ha.

1.1.1.3.3 Siembra con voleadora de tractor. - Se emplean máquinas voleadoras de tolvas diseñadas especialmente para la aplicación de fertilizantes edáficos, accionadas por el toma de fuerzas del tractor. Estas voleadoras – abonadoras distribuyen las semillas en franjas que van de 8 a 15 metros de amplitud y trabajan a una velocidad que puede alcanzar fácilmente 15 km./h por lo cual la siembra es sumamente rápida.

La calibración del implemento se realiza teniendo en cuenta la cobertura de descargas, la velocidad del tractor, las revoluciones del toma de fuerza y el ancho de la franja; las densidades de siembra utilizadas en Colombia en este tipo de siembra varían entre 200 y 300 kg. de semilla/ha.

1.1.1.3.4 Siembra con avión. - Sistema con mucho uso en áreas arroceras extensas. Particularmente muy importante para la siembra de semillas húmeda y

pregerminada en lotes inundados o lodos, donde se dificultan las labores terrestres; según Mabbayar y Obordo un avión puede sembrar hasta 240 ha/día.

Los aviones agrícolas comúnmente tienen capacidad entre 300 y 400 kg. de semilla, algunos hasta de 1000 kg. Estos están equipados con un aplicador rotacional o de tipo venturi, localizado debajo del fuselaje del avión, la siembra es efectuada a una altura de vuelo entre 6 y 10 metros, y velocidades de 90 a 150 millas/hora, la semilla es distribuida en franjas que van de 10 a 18 metros, según el tipo de distribuidor y altura de vuelo.

Para tener una siembra uniforme es necesario el empleo de banderas que indiquen la pasada del avión a la distancia adecuada, evitando dejar fajas sin semillas o por el contrario traslapes exagerados. Cuando la siembra se realiza en seco se requieren varios tractores con rastras para incorporar la semilla oportunamente. Para la siembra de semilla húmeda o pregerminada debe tardarse el proceso de pregerminación un máximo de 48 horas a fin de evitar daños a la semilla. La cantidad de semilla pregerminada varía de 80 a 125 kg. de semilla/ha, contra 200 a 250 kg. de semilla/ha con semilla seca.

La siembra en húmedo se realiza sobre aguas claras o turbias y se debe proceder a drenar el lote en las 24 horas mas tarde.

1.1.2 Transplante. - Es un sistema de siembra indirecta, en el cual las plantas crecen inicialmente en semilleros, para ser llevados posteriormente al sitio

definitivo. Es un sistema ampliamente utilizados en Asia, Japón y Filipinas, contrario a lo que ocurre en América donde preferiblemente lo emplean países con limitaciones de agua.

Este método de siembra es mucho más eficiente en el uso del agua y se facilita aún más su realización cuando el suelo del sitio definitivo ha sido preparado bajo inundación o en fangueo, (método de preparación que realiza las mejores condiciones de suelo para realizar el transplante).

Este método según Amaran et al, 25 sitios por metros cuadrados colocando 2 a 6 plantulas por sitio son suficientes para lograr una buena producción de arroz.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 DESCRIPCION DEL AREA

2.1.1 Ubicación Geográfica. - La presente investigación se realizó en terrenos de la finca Techo Verde ubicada en la vereda La Canoa, municipio de Valledupar, departamento del Cesar, (Colombia), a tres (3) kilómetros hacia el norte del perímetro urbano de este municipio. El lugar se encuentra enmarcado geográficamente dentro de las coordenadas: 10°20' y 10°31' de latitud norte; 73°18' y 73°21' de longitud Oeste del meridiano de Greenwich.

2.1.2 Aspectos climáticos. - Las condiciones climáticas que presenta esta zona corresponde a la región natural del Caribe, estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, con una altura de 169 m.s.n.m.; Precipitaciones anuales de 1242,3 mm; temperatura media anual de 28,72 °C y humedad relativa media año de 70,25%. Es una zona influenciada por los vientos Alisios. Las menores precipitaciones de la zona se registran en los meses de Diciembre a Marzo, y los meses de mayor precipitación son de Abril a Junio y de Agosto a Noviembre

2.1.3 Suelos. - Los suelos del área experimental son de origen Aluvial, de textura franco arcillo-arenosa (F.Ar.A.) de buen drenaje interno, de fertilidad moderada, con baja disponibilidad de Nitrógeno, Magnesio, Zinc y Boro; medios en el

contenido de Potasio, y ricos en Fósforo; el pH varía entre 6.0 y 7.1; la relación de Calcio/Magnesio es baja; los valores de C.I.C. y la C.E. son bajos y normales, respectivamente.

La finca dispone de buen suministro de agua para riego, la cual es recibida por las acequias de la Canoa y el Pájaro, procedentes del río Guatapurí.

2.2 DESARROLLO DEL ENSAYO

2.2.1 Diseño experimental. - Se utilizó el diseño experimental de parcelas divididas en bloques al azar con cuatro replicas, las parcelas grandes se conformaron por los sistemas de siembra y las subparcelas por las densidades de siembra.

2.2.2 Sistema y densidades de siembra. - Se utilizaron dos (2) sistemas de siembra directa, al voleo y en hileras a chorrillo y cuatro (4) densidades de siembra: 100, 150, 200 y 250 kg. de semilla/ha, (Tabla 1).

2.2.3 Material vegetal utilizado. Se utilizó semilla de arroz variedad Oryzica1, certificada por la Federación Nacional de Arroceros FEDEARROZ, con sede en Valledupar – Cesar.

Tabla 1. Sistemas y densidades de siembra evaluadas en el cultivo del arroz
(*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Sistemas de siembra	Densidades de siembra Kg. de semilla por Ha.
Hileras a chorrillo	100, 150, 200 Y 250
Al voleo	100, 150, 200 Y 250

2.3 PROCEDIMIENTO PARA LA INSTALACIÓN DEL ENSAYO

2.3.1 Preparación del suelo. - Esta se realizó mediante un pase de Rastra Pesada o Romme y dos pases de Rastrillo Californiano, posteriormente se demarcaron las parcelas y subparcelas, cada parcela grande contenía en su interior cuatro (4) subparcelas con dimensiones de 8 metros de largo por 3 metros de ancho, dejando 60 centímetros entre una y otra para el caballoneo. El área total efectiva fue de 1029 metros cuadrados y el área experimental de 768 metros cuadrados.

2.3.2 Siembra. - Pasadas y separadas en sendas bolsas las cantidades de semillas equivalentes a las densidades de siembra utilizadas para los tratamientos al voleo, y realizada la calibración de la sembradora a chorrillo, con base a la rueda impulsora, juego de piñones, compuerta de salida, ancho de siembra (15 cm), y el número de chorros, marcando el piñón que se necesitaba emplear para descargar cada una de las densidades evaluadas; Se procedió a ubicar la semilla de acuerdo a su correspondencia. La siembra para el sistema de siembra al voleo se realizó manualmente, y posteriormente se cubrió la semilla mediante el pase de un rastrillo manual, ya que las dimensiones del área experimental no permitieron la utilización del Rastrillo Californiano o un pulidor para la realización de ésta labor.

2.3.3 Caballoneo e instalación del lote. - Acoplada la caballoneadora a los tres puntos de enganche del tractor y calibrada a un ancho de 60 centímetros, se procedió a bordear el lote, dejando un caballón o borda entre cada subparcela.

2.3.4 Riego. - Para el suministro del agua se utilizó el sistema de riego por inundación, realizando un moje para la germinación y otros frecuentes para mantener humedad de campo hasta los 35 días después de germinado el cultivo, posteriormente se dejó una lámina de agua constante durante el resto del período vegetativo, cortado el suministro 10 días antes de la cosecha, teniendo en cuenta que se debió cortar el abastecimiento del agua cuando se realizaron aplicaciones químicas.

2.3.5 Fertilización. - Se realizó a base de un análisis de suelo, (Tabla 2), aplicando todo el fósforo junto con la siembra, el nitrógeno en tres (3) fracciones así: 1/3 a los 10 días, 1/3 a los 25 y 1/3 a los 40 días después de germinado el cultivo; el Potasio en dos fracciones así: 1/2 a los 10 días y 1/2 a los 25 días después de germinado el cultivo. No se realizaron aplicaciones de elementos menores.

2.3.6 Manejo químico de malezas. - Luego de realizado el moje de germinación se aplicó una mezcla de productos así: Rifit más Command (Pretilaclor más Clomazone) en dosis de 2 y 1 L/ha de producto comercial, respectivamente, para el control en pre-emergencia de malezas de hoja ancha (dicotiledoneas) y gramíneas. Posteriormente después del macollamiento y antes de la formación del primordio foliar (aproximadamente 35 días después de germinado el cultivo) se aplicó una mezcla de Anikilamina más Basagran (2.4. D más Bentazón) en dosis de 0,5 y 2 L/ha de producto comercial, respectivamente, para el control de malezas de hoja ancha y de la familia de las Cyperaceas ; luego de 4 días se

Tabla 2. Resultados del análisis de suelo efectuado para la comparación de dos sistemas de siembra directa en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Textura	F.Ar.A
p.H	6.2
M.O. %	2.0
P (Bray II)	37.3 ppm
K	0.1 m.eq/100 g de suelo
Ca	4.1 m.eq/100 g de suelo
Mg	1.3 m.eq/100 g de suelo
Fe	358,6 ppm
B	0.2 ppm
Cu	4.8 ppm
Mn	12.6 ppm
Zn	1.1 ppm
C.E.	0.26 m. Mohos/cm
C.I.C	9.5 m.eq/100 g de suelo

aplicó Furore 1 (Fenoxaprop-P-etil) en dosis de 0,75 L/ha de producto comercial, para controlar las malezas gramíneas en pos emergencia.

2.3.7 Manejo químico de plagas. - Aproximadamente 15 días después de germinado el cultivo se hizo necesario realizar una aplicación de Belmark (Fenvalerato) en dosis de 300 cc/ha para disminuir las poblaciones de Spodoptera frugiperda e Hydrellia griseola.

Al inicio de la etapa reproductiva (40 días después de germinado el cultivo) aprovechándose la aplicación del Furore 1 se realizó una segunda aplicación para el control de Tagosodes oryzicolus y Tagosodes cubanus que causaban daño mecánico al cultivo, para tal fin se utilizó Roxión (Dimetoato) en dosis de 350 cc/ha. Pocos días antes de la antésis se realizó otra aplicación del mismo producto en dosis de 300 cc/ha para bajar las poblaciones de Nezara viridula y otros Hemípteros.

2.3.8 Manejo químico de enfermedades. - A los 30 días después de germinado el arroz se realizó una aplicación de Hinosan (Edifenfos) en dosis de 1 L/ha para el manejo del Añublo de la vaina causado por el hongo Rhizoctonia solani. A los 60 días después de germinado el cultivo, se aplicó otro fungicida, esta vez se utilizó Benlate (Benomil) en dosis de 500 g/ha para bajar la incidencia de Pyricularia oryzae. Posteriormente, se realizó una última aplicación de fungicida, esta vez en mezcla con un insecticida, se utilizó Dithane M-45 (Mancozeb) en

dosis de 2 Kg/ha para dar protección a la espiga del complejo de hongos que ocasionan el machado del grano y a la vez proteger el follaje del ataque de *Pyricularia oryzae*.

2.3.9 Cosecha. - A los 116 días de germinado el cultivo se cosechó manualmente 1 metro cuadrado en cada subparcela, ésta cosecha se desgranó manualmente y se pesó en balanza de precisión, los datos fueron convertidos a Kg/ha.

2.4 PARAMETROS EVALUADOS

2.4.1 Porcentaje de germinación. - Para determinar el porcentaje de germinación en las parcelas correspondientes al sistema de siembra al voleo se procedió de la siguiente manera: Después de voleada manualmente y antes de la tapada de la semilla, se contaron el número de semillas en 400 centímetros cuadrados en cada tratamiento realizando 10 replicas en cada subparcela, y después de 10 días se contaron el número de plantas germinadas en el área indicada, realizando las mismas 10 replicas, luego, matemáticamente fue establecido el porcentaje de germinación.

Para determinar dicho porcentaje en las parcelas de tratamientos en hileras a chorrillo fue necesario promediar el número de granos descargados por un chorro de la sembradora en 1 metro lineal, en cada una de las densidades de siembra estudiadas, para posteriormente, luego, de la germinación realizar el conteo en un

metro lineal de varias hileras escogidas al azar, para obtener un promedio y hallar el porcentaje de germinación en cada densidad evaluada.

2.4.2 Altura de plantas. - Para obtener éste dato se tomaron al azar diez (10) plantas del centro de la parcela, medidas con una cinta métrica desde el cuello de la raíz o base del tallo hasta el ápice de la hoja bandera. Obteniendo un promedio en cada una de las subparcelas.

2.4.3 Macollamiento válido. - Para determinar el número de macollas válidas por plantas, se contaron las macollas válidas a diez (10) plantas escogidas al azar en el centro de cada subparcelas, promediando el dato para tabulación.

2.4.4 Peso de la espiga. - Al azar, se escogieron diez (10) espigas del centro de cada subparcela, pesadas y promediadas, para obtener un dato en cada una de ellas.

2.4.5 Número de granos por espiga. - Se utilizaron las espigas de las cuales se obtuvo el dato del parámetro anterior, a las cuales se les contó el número de granos y se obtuvo un dato promedio en cada subparcela.

2.4.6 Producción. - Se cosechó manualmente 1 metro cuadrado en cada subparcela, luego se desgranó y pesó, para posteriormente hacer la conversión del resultado al equivalente en Kg./ha.

2.4.7 Peso de 1000 granos. - De las bolsas que contenían la cosecha de cada subparcela se contaron 1000 granos, que luego fueron pesadas.

2.4.8 Rentabilidad de los tratamientos. - Se obtuvo individualmente el costo de producción/ha, en cada uno de los tratamientos, relacionándolos con la venta de la producción, teniendo en cuenta los precios de sustentación para el año de 1997, el calculo se realizó mediante la formula: $R = \{(IT - CT)/CT\} \times 100$.

Donde R = Rentabilidad en %; IT = Ingresos Totales; CT = Costos Totales.

2.5 METODOS ESTADISTICOS

Los métodos estadísticos utilizados para la evaluación de los resultados fueron:

Análisis de varianza, prueba de Tukey, correlación simple y regresión lineal.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación se pueden observar desde La tabla 3 hasta la 10.

3.1 EFECTOS DE LOS SISTEMAS Y DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE LA PRODUCCION

Los rendimientos de Kg/ha se presentan en la tabla 3 para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el ensayo.

Los resultados indican que los mayores rendimientos se obtuvieron en el sistema de siembra en hilera a chorrillo, con promedios de producción de 6705,31 Kg/ha de arroz paddy; mientras que los rendimientos en el sistema de siembra al voleo solo alcanzan un promedio de 6489,5 Kg/ha de arroz paddy; el análisis de varianza indica que esta diferencia en la producción entre los dos sistemas de siembra es altamente significativa, indicando lo mismo entre la densidades evaluadas (Anexo A). Esto quiere decir que los sistemas de siembra evaluados influyen en la producción de arroz.

En el sistema de siembra en hileras a chorrillo las densidades de siembra de mayor producción fueron las de 100 y 150 Kg de semilla/ha. Ofreciendo promedios

Tabla 3. Producción en Kg/ha, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Sistemas de siembra	Densidad de siembra	1	2	3	4	Suma	Promedio
Hileras a Chorriillo	100 Kg/ha	8025.00	7895.00	7930.00	8013.00	31863.00	7965.75
	150 Kg/ha	7534.00	7771.00	7003.00	7963.00	30271.00	7567.75
	200 Kg/ha	5423.00	5643.00	5503.60	6031.00	22600.60	5650.15
	250 Kg/ha	5945.00	5083.00	5790.40	5732.00	22550.40	5637.60
PARCELAS GRANDES		26927.00	26392.00	26227.00	27739.00	107285.00	6705.31
Al Voleo	100 Kg/ha	6182.00	6047.00	6201.00	6430.00	24860.00	6215.00
	150 Kg/ha	6237.00	6360.00	5980.00	6190.00	24767.00	6191.75
	200 Kg/ha	7125.00	6862.00	7025.00	7287.00	28299.00	7074.75
	250 Kg/ha	6431.00	6563.00	6305.00	6607.00	25906.00	6476.50
PARCELAS GRANDES		25975.00	25832.00	25511.00	26514.00	103832.00	6489.50
SUMATORIA BLOQUES		52902.00	52224.00	51738.00	54253.00	211117.00	6597.40

de 7965,75 y 7567,75 Kg/ha de arroz paddy, respectivamente; en el caso de este sistema, la prueba de tukey indica que existe una diferencia significativa entre los dos resultados, mientras que considera altamente significativa la diferencia de estos dos promedios en comparación con los tratamientos de 200 y 250 Kg. de semilla/ha. Estos dos últimos considerados análogos mutuos por esta prueba (Anexo B).

En el sistema se siembra al voleo se encontró que la densidad se siembra de mayor producción fue la de 200 kg de semilla/ha. Generando un promedio de 7074,75 kg/ha de arroz paddy, la prueba de Tukey indica que existe una diferencia altamente significativa entre los resultados de este tratamiento y el resto de los mismos en este sistema se siembra; También indica Tukey que los resultados arrojados por las densidades de 100 y 150 Kg de semilla/ha son similares, existiendo diferencias altamente significativas cuando estos dos se comparan con los resultados obtenidos en el tratamiento de 250 Kg de semilla/ha. cuyo promedio alcanza 6476,5 Kg/ha, (Anexo C).

De acuerdo a los resultados, en el sistema de siembra en hileras cuando se aumentan el número de plantas por unidad de área disminuye la producción del cultivo, mientras que en la siembra al voleo no existe una relación directa, pues la producción alcanza un máximo rendimiento en los 200 Kg de semilla/ha, disminuyendo la producción, ya sea con aumento o disminución de la densidad de siembra, claro está, si se toma como punto de referencia la densidad que origina la máxima producción (Figura 1).

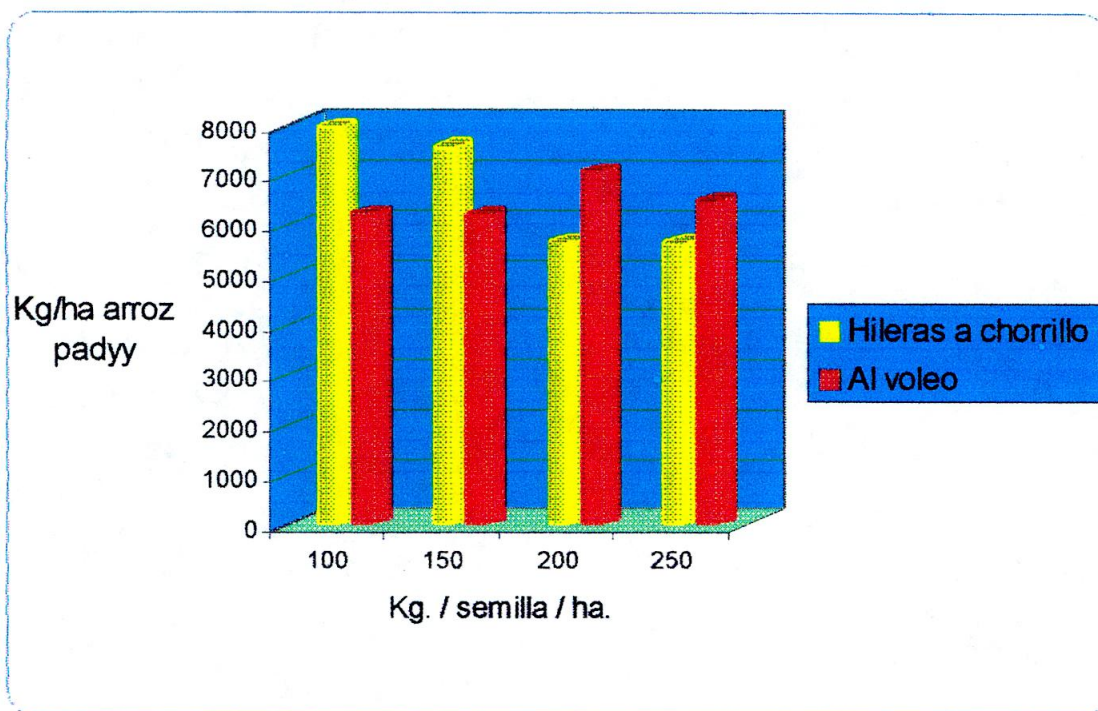


Figura 1. Efecto de los sistemas y densidades de siembra sobre la producción del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Algunos autores como Rosero et al afirman que cuando se siembra en hileras a chorrillo se hacen más eficiente otras labores culturales como la fertilización, el manejo de malezas, control de plagas y enfermedades, además, en este último sistema de siembra cuando se disminuye la densidad aumenta la eficacia de estas labores y sí se reduce la competencia por luz y nutrientes entre el mismo cultivo.

Los resultados obtenidos corroboran lo enunciado por Salive, el cual aduce que la disminución en la producción a partir del aumento en la densidad de siembra, se debe a que al conservar la misma distancia entre hileras se hace más pequeña la distancia entre plantas generando una competencia entre el mismo cultivo por luz y por nutrientes. Es posible que disminuyendo la distancias entre hileras, y aumentando la fertilidad del suelo se incrementen los rendimientos; pero vale la pena tener en cuenta que la competencia por luz se incrementa al aumentar la población de plantas, esto hace que la recepción de luz por parte de la planta disminuya, decreciendo también el proceso fotosintético de ésta, por tanto la asimilación de nutrientes disminuye y se estaría desperdiciado el insumo.

Resultado similares fueron encontrados por González et al en experimento realizado en el CIAT, el cual indica que en siembra al voleo, densidades de 200 kg de semilla/ha, arrojan mejores resultados que 200 y 250 Kg de semilla/ha sembradas en hileras a chorrillo. Estos resultados se atribuyen a que las recomendaciones de fertilizantes estan basadas en la densidad de siembra de 200 Kg de semilla/ha sembradas al voleo, por tanto, densidades mayores requieren mayor cantidad de fertilizantes y densidades menores no aprovechan todo el

fertilizante disponible, el cual es aprovechando por las malezas del cultivo que crecen mejor cuando el arroz se siembra con distribución al voleo.

3.2 PORCENTAJE DE GERMINACION

Los resultados obtenidos del porcentaje de germinación se detallan en la tabla 4.

El mayor porcentaje de germinación fue registrado en el sistema de siembra en hileras, los cuales alcanzan un promedio de 80,14%, mientras que en el sistema de siembra al voleo sólo se registró un promedio de 65,17%. El análisis de varianza indica que existe una diferencia altamente significativa entre los dos sistemas, mas no entre las densidades de siembra evaluadas dentro de los mismos (Anexo D). Esta diferencia en el porcentaje de germinación se debe, entre otros casos a, que para la siembra en surcos a chorrillo se utiliza un implemento muy eficaz en el tapado de la semilla, factor determinante en el incremento de la germinación, mientras que cuando se siembra al voleo el cubrimiento de la semilla se hace mediante el pase de un rastrillo, el cual deja semilla muy profundas que nunca alcanzan a germinar, mientras que otras quedan a la intemperie expuestas a la deshidratación por los rayos solares y al ataque de aves, insectos y roedores.

Realizadas las correlaciones correspondientes al porcentaje de germinación contra la producción del cultivo se encontró que no existe correlación entre los resultados obtenidos, como prueba de ello obsérvese que los tratamientos que ofrecen los mayores rendimientos no son los que registran mayor porcentaje de

Tabla 4. Porcentaje de germinación, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Sistemas de siembra	Densidad de siembra	1	2	3	4	Suma	Promedio
Hileras a Chorrillo	100 Kg/ha	78.42	81.66	78.79	84.46	323.33	80.83
	150 Kg/ha	77.79	80.00	79.11	79.68	316.58	79.15
	200 Kg/ha	78.58	79.42	78.38	78.96	315.34	78.84
	250 Kg/ha	83.84	78.79	80.38	84.06	327.07	81.77
PARCELAS GRANDES		318.63	319.87	316.66	327.16	1282.32	80.14
Al Voleo	100 Kg/ha	66.25	66.66	72.75	63.14	268.80	67.20
	150 Kg/ha	63.15	67.77	68.80	64.28	264.00	66.00
	200 Kg/ha	60.84	69.09	59.93	68.62	258.48	64.62
	250 Kg/ha	63.75	61.75	63.23	62.85	251.58	62.90
PARCELAS GRANDES		253.99	265.27	264.71	258.89	1042.86	65.17
SUMATORIA BLOQUES		572.62	585.14	581.37	586.05	2325.18	72.66

germinación; sin embargo para el sistema de siembra al voleo se observa que existe una relación entre la densidad de siembra y el porcentaje de germinación, se observa que a medida que aumenta la cantidad de semilla/ha utilizada, el porcentaje de germinación disminuye (Figura 2), esto lleva a la conclusión de que cuanto mayor es la cantidad de semilla utilizada para la siembra, mayor es el porcentaje de pérdidas en la germinación, sin ser ésta relación directa y proporcional, ésta observación es válida para cuando se siembra al voleo con posterior gradeo.

3.3 MACOLLAMIENTO VALIDO

Los datos obtenidos para el numero de macollas válidas se ilustran en la tabla 5, donde se pueden observar los resultados para los dos sistemas y sus respectivas densidades de siembra.

Se observa un mayor numero de macollas para las densidades de siembra al voleo debido a que el porcentaje de germinación es menor para este sistema que para el de la siembra en hileras a chorrillo, es claro que cuando se aumenta el porcentaje de germinación también aumenta la población por unidad de área y se sabe que el numero de macollas depende en gran parte de la densidad de siembra, prueba de estos es que para ambos sistemas de siembra, cuando se aumenta la densidad de siembra disminuye el numero de macollas de las plantas (Figura 3).

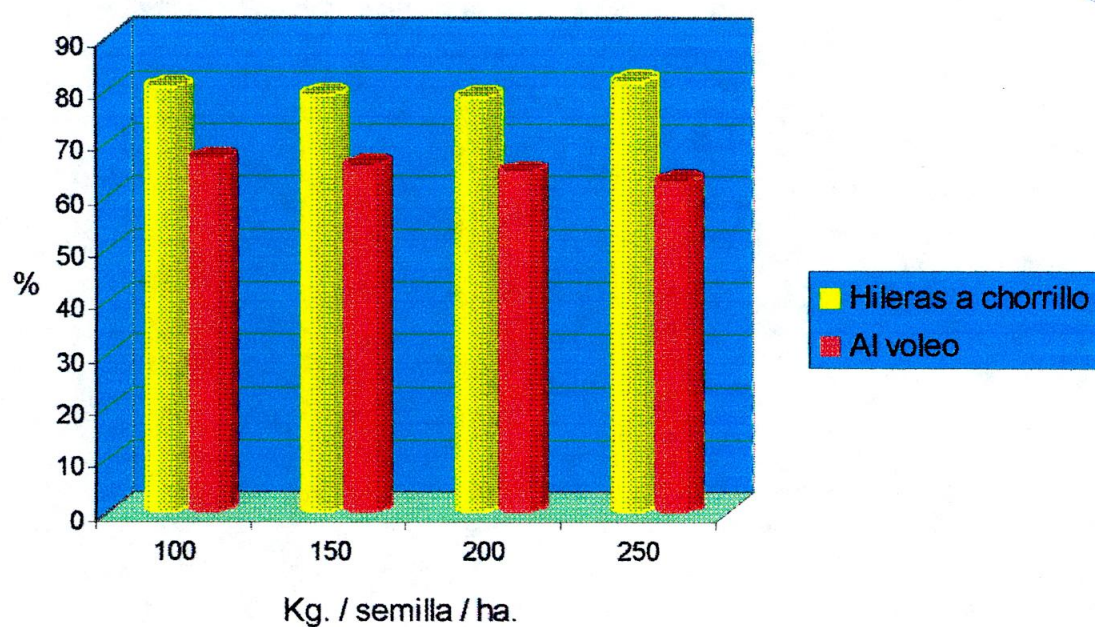


Figura 2. Efecto de los sistemas y densidades de siembra sobre la germinación de la semilla del arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Tabla 5. Macollamiento válido, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Sistemas de siembra	Densidad de siembra	1	2	3	4	Suma	Promedio
Hileras a Chorrillo	100 Kg/ha	2.71	2.63	2.76	2.52	10.62	2.66
	150 Kg/ha	1.93	2.18	1.91	2.08	8.10	2.03
	200 Kg/ha	1.58	1.55	1.32	1.43	5.88	1.47
	250 Kg/ha	1.17	1.25	1.18	1.04	4.64	1.16
PARCELAS GRANDES		7.39	7.61	7.17	7.07	29.24	1.82
Al Voleo	100 Kg/ha	3.37	3.46	3.37	3.57	13.77	3.44
	150 Kg/ha	2.55	2.26	3.01	2.51	10.33	2.58
	200 Kg/ha	2.13	1.97	2.08	2.03	8.21	2.05
	250 Kg/ha	1.78	1.70	1.54	1.06	6.68	1.67
PARCELAS GRANDES		9.83	9.39	10.00	9.17	38.99	2.43
SUMATORIA BLOQUES		17.22	17.00	17.17	16.24	68.23	2.13

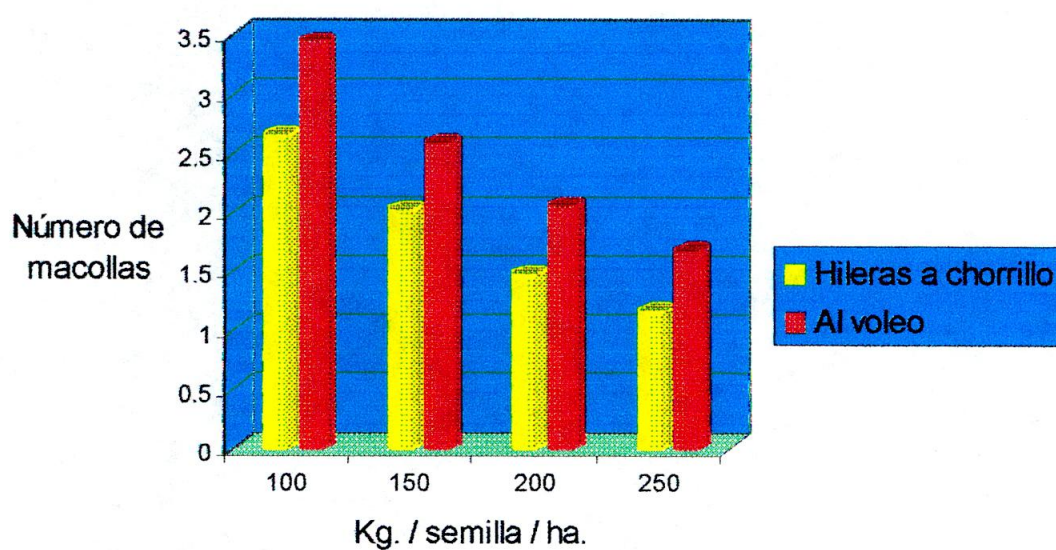


Figura 3. Efecto de los sistemas y densidades de siembra sobre el macollamiento de las plantas de arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Para el sistema de siembra al voleo, el mayor número de macollas se observó en las densidades de 100 y 150 Kg de semilla/ha generando promedios de 3,44 y 2,58 macollas válidas por plantas, respectivamente; y para el sistema de siembra en hilera el mayor número de macollas lo registró la densidad de siembra de 100 kg de semilla/ha. Originando en promedio 2,66 macollas válidas por planta.

El análisis de varianza realizado indica claramente que existen diferencias altamente significativas tanto entre sistemas de siembra como entre densidades, (Anexo E).

Al realizar las respectivas pruebas de Tukey se encontró que entre los resultados arrojados por las densidades de siembra al voleo no existe ninguna similitud entre un resultado y otro, (Anexo F), ocurriendo lo mismo dentro del sistema de siembra a chorrillo, exceptuando los resultados obtenidos en las densidades de 200 y 250 kg de semilla/ha considerados según la prueba de Tukey como similares estadísticamente, (Anexo G).

Algunos autores han encontrado resultados muy similares y afirman que para conseguir una población adecuada de plantas de arroz no es necesario utilizar cantidades exageradas de semilla/ha considerando más eficaz conseguir un adecuado número de panojas por unidad de área, con el menor número de plantas posibles, esto se logra con densidades de siembra entre 100 y 150 kg, de semilla/ha sembrada en hilera, y 200 kg de semilla/ha distribuida al voleo.

Cuando se realizó la correlación simple (Figura 4) y regresión lineal, (Figura 5), de macollamiento válido contra producción, se encontró una relación directa y positiva para el sistema de siembra en hileras a chorrillo, de acuerdo a esto se puede afirmar que en éste sistema cuando aumenta el macollamiento también aumenta la producción del cultivo; lo anterior no se puede afirmar para las siembras al voleo, ya que no existe una relación directa entre el macollamiento y la producción, como prueba de ello está que el tratamiento de mayor producción para el sistema de siembra al voleo no es el mismo tratamiento de mayor macollamiento.

3.4 ALTURA DE LAS PLANTAS

Los datos a la altura de las plantas se especifican en la tabla 6.

Los resultados encontrados en la altura de las plantas demuestran que existe una homogeneidad entre los dos sistemas de siembra evaluados, es decir, que el análisis de varianza indica que no existe diferencias significativas; ocurriendo todo lo contrario entre las densidades de siembra de los sistemas de siembra evaluados, donde se registran diferentes altamente significativas (Anexo H). Observaciones demuestran que en ambos sistemas de siembra, cuando se aumenta la cantidad de semilla/ha, disminuye el crecimiento del cultivo, (figura 6).

La prueba de Tukey explica (Anexo 1) que a igual densidad de siembra, independientemente del sistema de siembra empleado no se encontrará diferencia

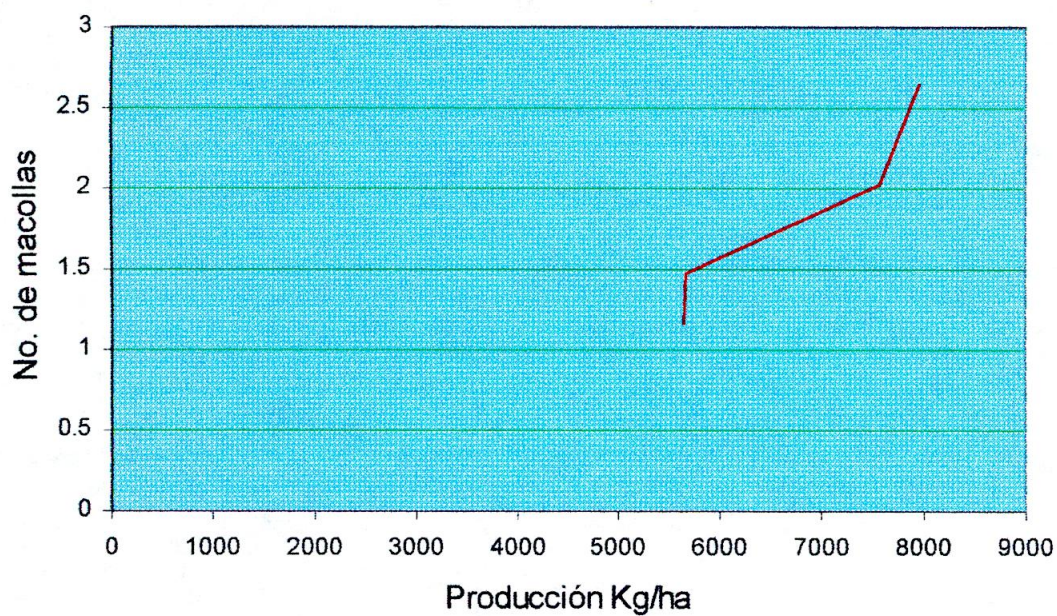


Figura 4. Correlación simple realizada entre el número de macollas por plantas y la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) en el sistema de hileras a chorrillo, en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

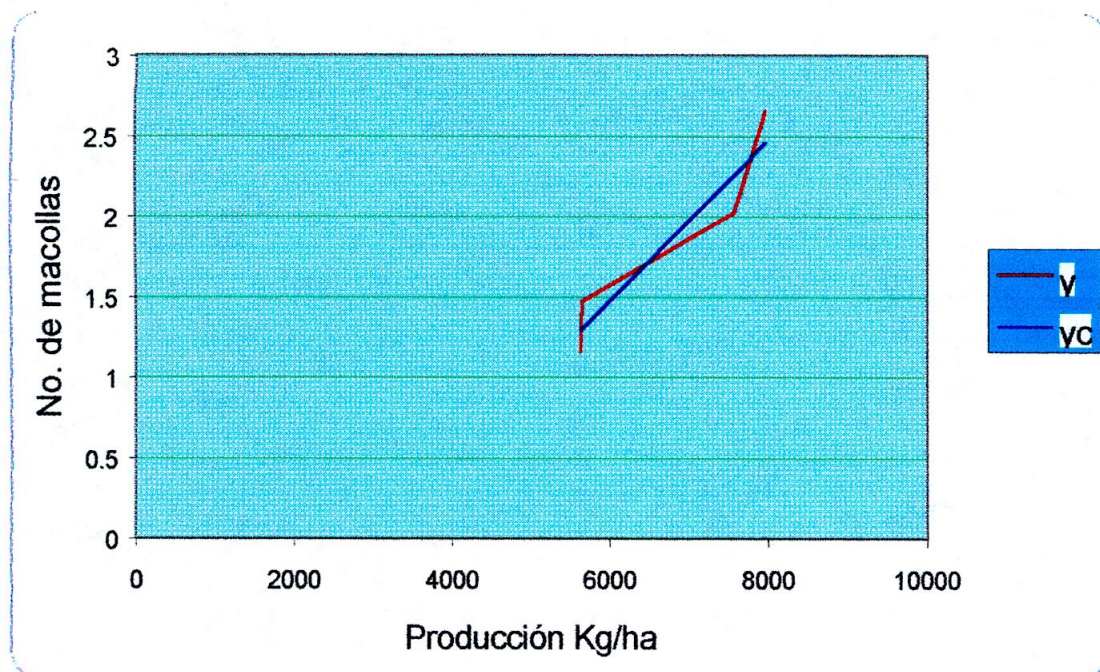


Figura 5. Regresión lineal realizada entre el número de macollas por plantas y la producción del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Tabla 6. Altura de plantas en centímetros, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Sistemas de siembra	Densidad de siembra	1	2	3	4	Suma	Promedio
Hileras a chorrillo	100 Kg/ha	109.20	118.70	106.75	115.75	450.40	112.60
	150 Kg/ha	103.00	99.70	100.75	110.40	413.85	103.46
	200 Kg/ha	84.00	88.75	89.75	99.70	362.20	90.55
	250 Kg/ha	81.00	85.30	90.40	84.66	341.36	85.34
PARCELAS GRANDES		377.20	392.45	387.65	410.51	1567.81	97.98
Al voleo	100 Kg/ha	109.60	116.20	112.25	111.14	449.19	112.30
	150 Kg/ha	106.30	98.60	104.50	106.40	415.80	103.95
	200 Kg/ha	86.00	87.25	91.25	96.75	361.25	90.31
	250 Kg/ha	82.37	83.66	89.00	88.20	343.23	85.81
PARCELAS GRANDES		384.27	385.71	397.00	402.49	1569.47	97.96
SUMATORIA BLOQUES		761.47	778.16	784.65	813.00	3137.28	97.97

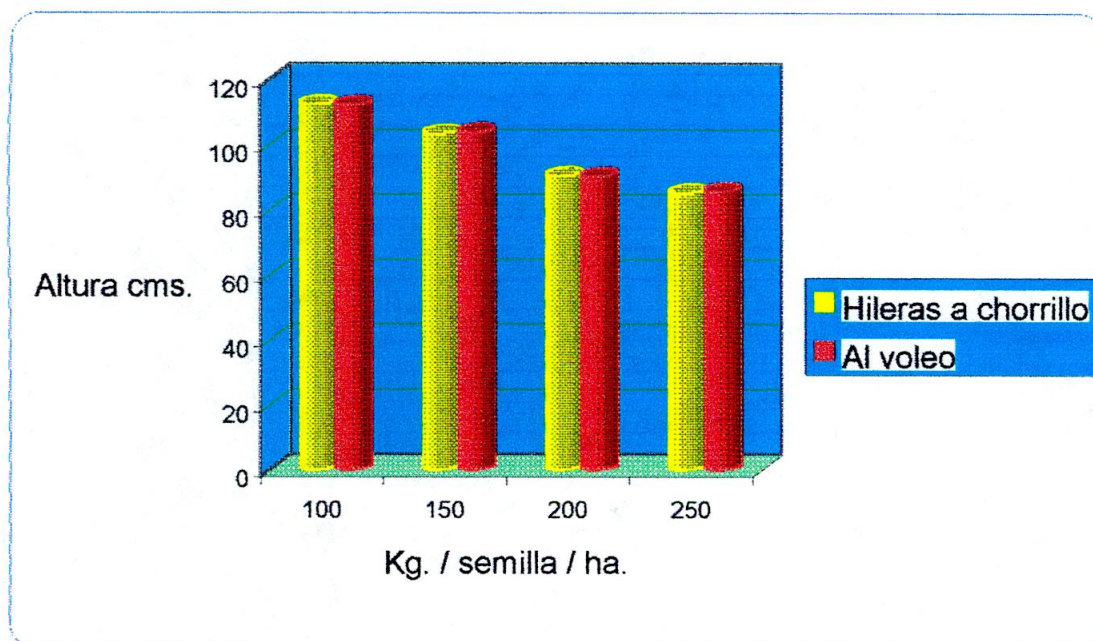


Figura 6. Efecto de los sistemas y densidades de siembra sobre la altura de las plantas del arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

significativa en la altura de las plantas, como ejemplo obsérvese que la densidad de 100 kg de semilla/ha ofrece un crecimiento promedio de 112,6 cm de longitud en el sistema de siembra en hileras, y esta misma densidad en el sistema de siembra al voleo ofrece alturas promedio de 112,3 centímetros de longitud, ocurriendo lo mismo con las densidades restantes.

Al realizar las respectivas, correlaciones simple, (Figura 7) y regresión lineal (figura 8), de altura de plantas contra producción se encontró que existe correlación directa y positiva en los tratamientos del sistema de siembra en hileras, aduciendo que cuanto mayor es el crecimiento de las plantas mayor es el rendimiento del cultivo, esta relación no es proporcional, pero hecho está que los tratamientos de menor y mayor rendimiento en el grano fueron los respectivos de menor y mayor longitud de las plantas.

En el sistema de siembra al voleo no existe una relación directa ya que el tratamiento que mejores rendimientos ofreció en el grano (200 Kg de semilla/ha) no es el mismo que generó las plantas más altas. Por la anterior se afirma que existe una relación directa entre el macollamiento y la altura de las plantas, ya que las correlaciones respectivas contra producción arrojan idénticos resultados.

3.5 NUMERO DE GRANOS POR ESPIGA

Los resultados del número de granos por espiga se registran en la tabla 7, para

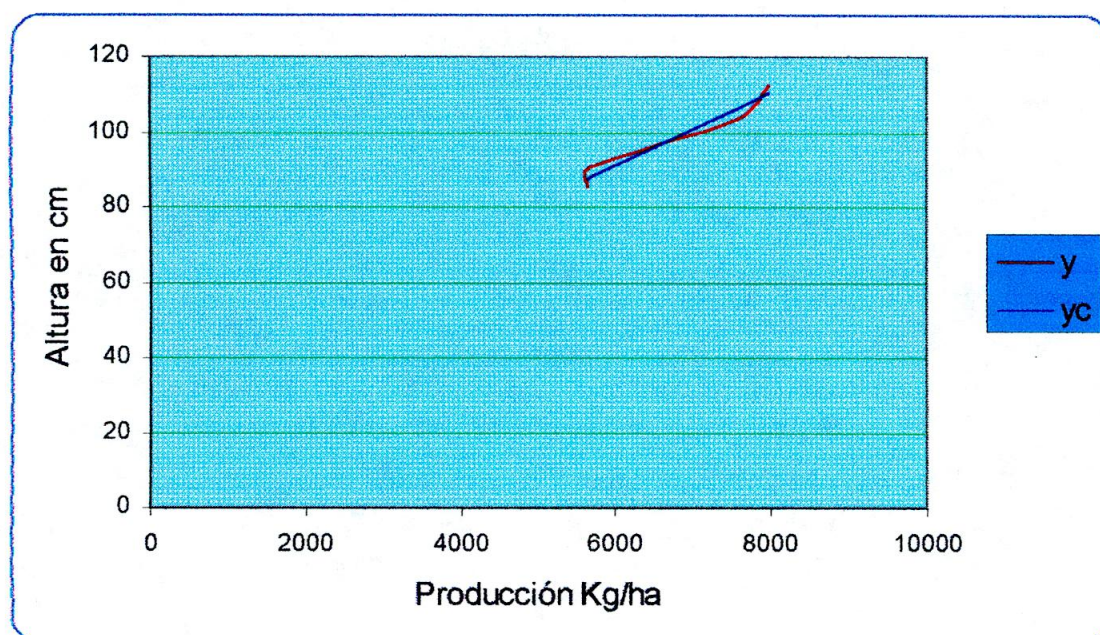


Figura 7. Correlación simple realizada entre la altura de las plantas y la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

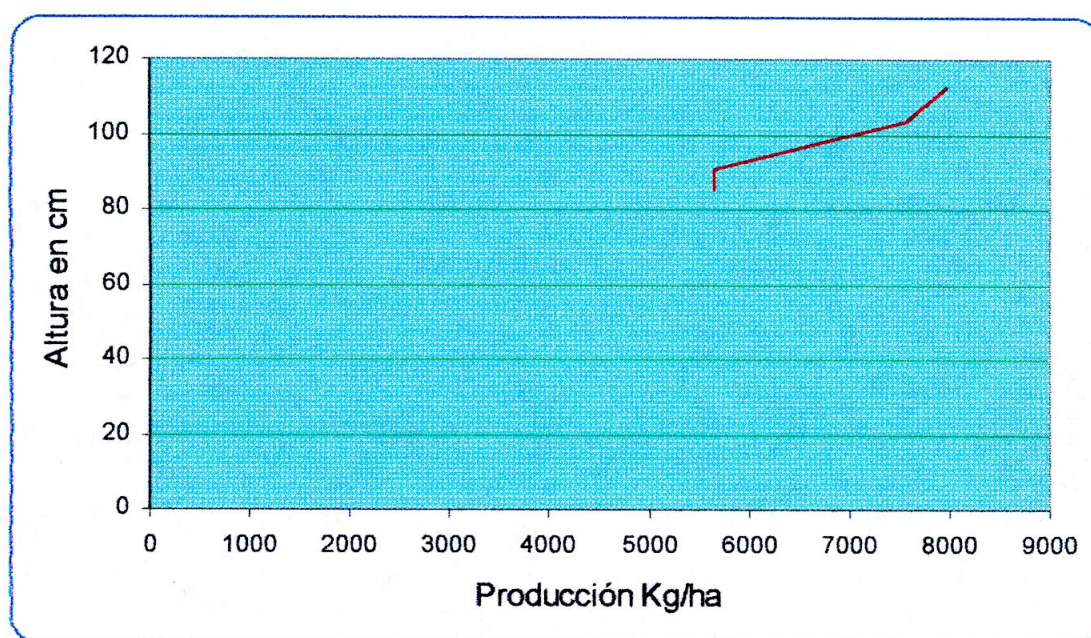


Figura 8. Regresión lineal realizada entre la altura de las plantas y la producción del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Tabla 7. Numero de granos por espigas, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Sistemas de siembra	Densidad de siembra	1	2	3	4	Suma	Promedio
Hileras a Chorrillo	100 Kg/ha	73.43	72.46	72.57	73.32	291.78	72.95
	150 Kg/ha	66.96	69.04	62.20	70.76	268.96	67.24
	200 Kg/ha	47.47	49.40	48.17	52.80	197.84	49.46
	250 Kg/ha	48.52	43.55	49.60	49.09	190.76	47.69
PARCELAS GRANDES		236.38	234.45	232.54	245.97	949.34	59.33
Al Voleo	100 Kg/ha	53.66	52.45	53.85	55.84	215.80	53.95
	150 Kg/ha	52.96	54.00	50.76	52.56	210.28	52.57
	200 Kg/ha	56.90	54.81	56.12	57.31	225.14	56.29
	250 Kg/ha	50.48	51.49	49.43	51.82	203.22	50.81
PARCELAS GRANDES		214.00	212.75	210.16	217.53	854.44	53.40
SUMATORIA BLOQUES		450.38	447.20	442.70	463.50	1803.78	56.36

cada uno de los sistemas y densidades evaluados.

Los resultados indican que el mayor número de granos por espiga se registra en el sistema de siembra en hileras, con promedio de 59,33 granos/espiga; mientras que al sistema de siembra al voleo sólo alcanzan los 53,40 granos/espiga, en promedio.

En el sistema de hileras a chorrillo, los mayores resultados se registran en las densidades de siembra de 100 y 150 Kg de semilla/ha, mientras que para el sistema al voleo se registran en la densidad de 200 Kg de semilla/ha, cuyos valores promedios respectivos fueron de 72.95; 67.24 y 56.29 granos/espiga.

El análisis de varianza (Anexo J) indica que existe diferencia altamente significativa entre los resultados generados por los sistemas de siembra; ocurriendo hechos similares entre las densidades de siembra evaluadas dentro de los mismos.

Realizada la prueba de Tukey se determinó que existen diferencias altamente significativas entre cada una de las densidades de siembra evaluadas en el sistema de siembra en hileras (Anexo K), mientras que para la siembra al voleo no existen diferencias significativas entre las densidades evaluadas en este sistema, (Anexo L), esto lleva a la conclusión de que cuando se siembra a chorrillo, al disminuir la población de plantas, aumenta el número de granos/espiga de las mismas, esta relación no se expresa en el sistema de siembra al voleo, (Figura 9).

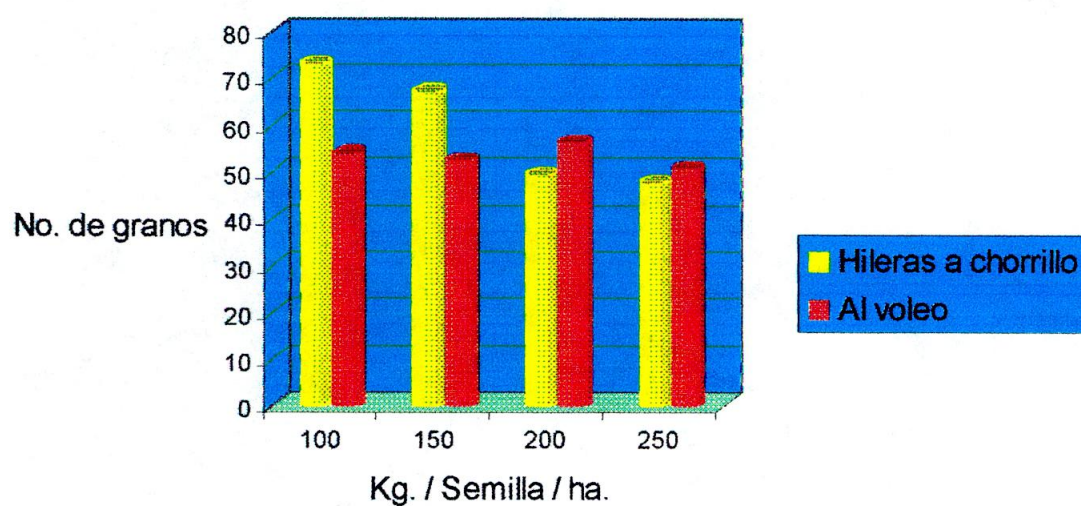


Figura 9. Efecto de los sistemas y densidades de siembra sobre el número de granos por espiga en las plantas de arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Al realizar las respectivas correlación simple (Figura 10) y regresión lineal (Figura 11) del número de granos/espiga contra la producción se encontró que existe una relación directa y positiva para el sistema de siembra en surcos a chorrillo, es decir, que cuando aumenta el número de grano/espiga, aumenta también el rendimiento en la producción del cultivo.

En el sistema de siembra al voleo la correlación indica que existe cierto grado de asociación, puesto que el tratamiento que genera el mayor número de granos/espiga (200 Kg de semilla/ha) es el mismo que ofrece los mayores rendimientos de producción de arroz; sin embargo no se puede afirmar lo mismo del tratamiento que menor número de granos/espiga ofrece (250 kg de semilla/ha) ya que este es el segundo en la producción de arroz.

3.6 PESO DE LA ESPIGA

Todos los resultados del peso de la espiga se describen en la tabla 8. Para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados.

Los resultados del peso de la espiga indican que las mayores masas se registran en el sistema de siembra en hileras a chorrillo alcanzando un promedio de 1.47 gramos/espiga, mientras que la masa en el sistema de siembra al voleo sólo alcanza un promedio de 1,32 gramos/espiga, resultados considerados según el análisis de varianza como diferentes en alta significancia, esta misma prueba

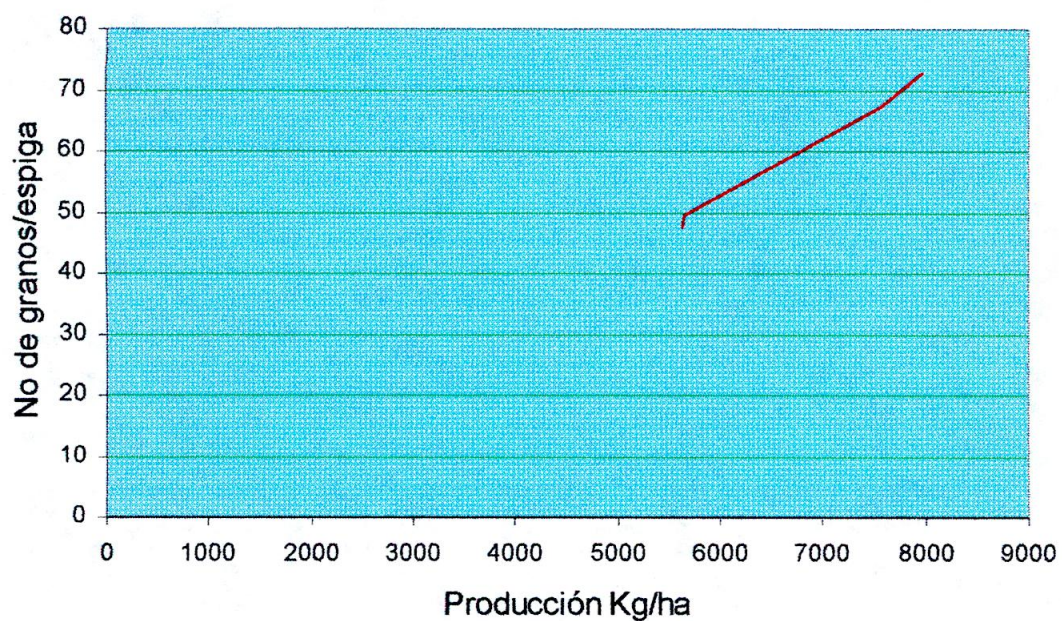


Figura 10. Correlación simple realizada entre el número de granos por espiga y la producción de arroz (*Oryza sativa* L) en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

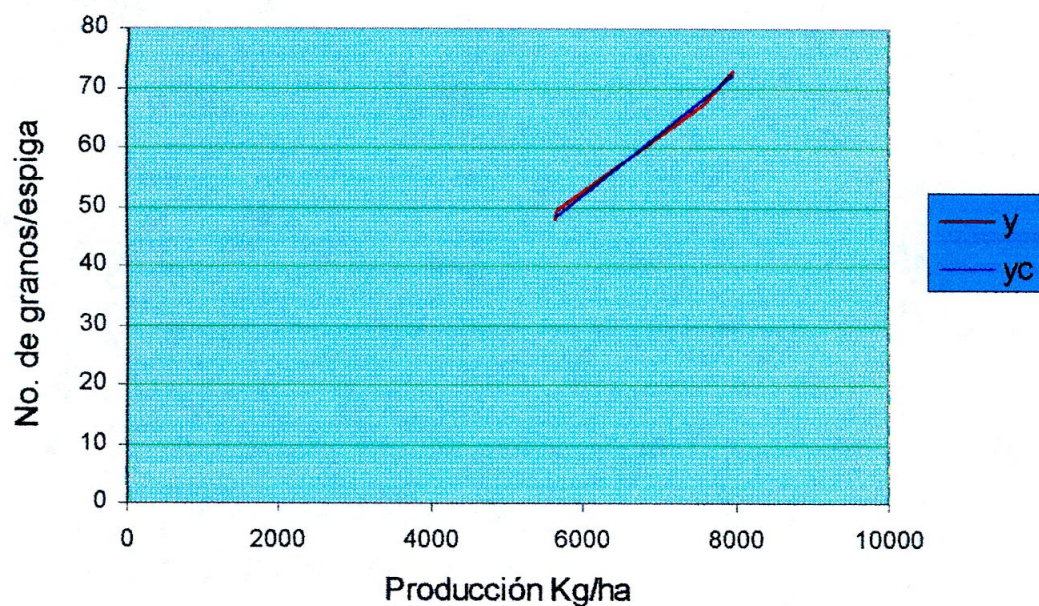


Figura 11. Regresión lineal realizada entre el número de granos por espiga y la producción del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Tabla 8. Peso de la espiga en gramos, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Sistemas de siembra	Densidad de siembra	1	2	3	4	Suma	Promedio
Hileras a chorrillo	100 Kg/ha	1.883	1.858	1.861	1.880	7.482	1.871
	150 Kg/ha	1.674	1.726	1.555	1.769	6.724	1.681
	200 Kg/ha	1.158	1.205	1.175	1.288	4.826	1.207
	250 Kg/ha	1.213	1.037	1.181	1.169	4.600	1.150
PARCELAS GRANDES		5.928	5.826	5.772	6.106	23.632	1.477
Al voleo	100 Kg/ha	1.376	1.376	1.381	1.432	5.565	1.391
	150 Kg/ha	1.324	1.350	1.269	1.314	5.257	1.314
	200 Kg/ha	1.388	1.337	1.369	1.398	5.492	1.373
	250 Kg/ha	1.202	1.226	1.177	1.234	4.839	1.210
PARCELAS GRANDES		5.290	5.289	5.196	5.378	21.153	1.322
SUMATORIA BLOQUES		11.218	11.115	10.968	11.484	44.785	1.399

estadística considera que existe diferencias altamente significativas entre las densidades evaluadas en el ensayo (Anexo M).

En el sistema en hileras el peso de la espiga disminuye cuando la densidad de siembra aumenta (Figura 12), observando que el mayor y menor promedio se registra en las densidades 100 y 250 Kg de semilla/ha, con cifras respectivas de 1,87 y 1,15 gramos/espiga.

En el sistema de siembra al voleo existe una homogeneidad entre los tratamientos de 100, 150 y 200 Kg de semilla/ha, mientras que existen diferencias altamente significativa entre este grupo y el tratamiento de 250 kg de semilla/ha (Anexo N). No existe una relación marcada entre la densidad de siembra y el peso de la espiga para este sistema.

Realizada la respectiva correlación simple (Figura 13) y regresión lineal (Figura 14), del peso de la espiga contra la producción del cultivo, se encontró que para el sistema en surcos a chorrillo existe una relación directa y positiva, es decir que cuando aumenta el peso de la espiga de las plantas, aumenta la producción del cultivo de arroz. No se puede expresar lo mismo para el sistema de siembra al voleo, pues el tratamiento que registra los mejores resultados en la producción no es el mismo que registra el mayor peso de la espiga.

Anteriormente se mencionó la homogeneidad en el peso de la espiga entre los tratamientos de 100, 150 y 200 kg de semilla/ha en el sistema de siembra al voleo;

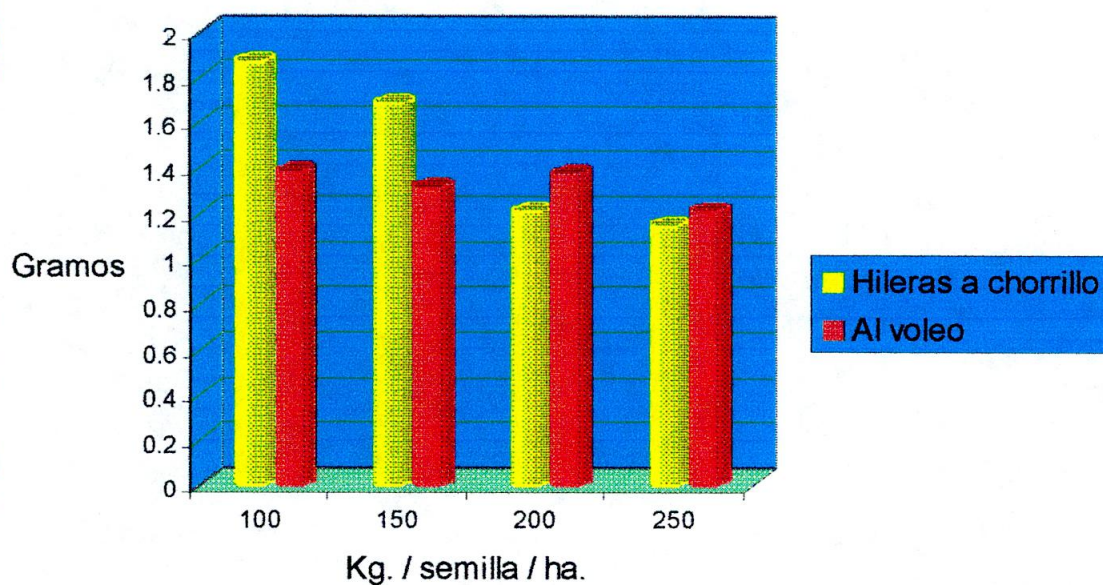


Figura 12. Efecto de los sistemas y densidades de siembra sobre el peso de las espigas de las plantas de arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

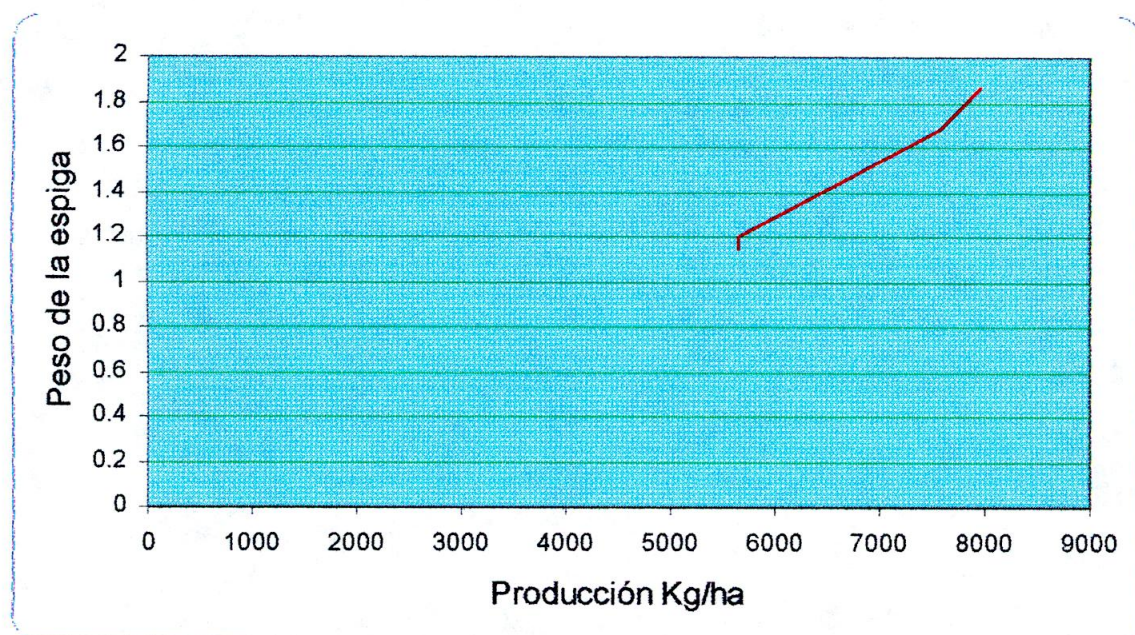


Figura 13. Correlación simple realizada entre el peso de las espigas y la producción del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

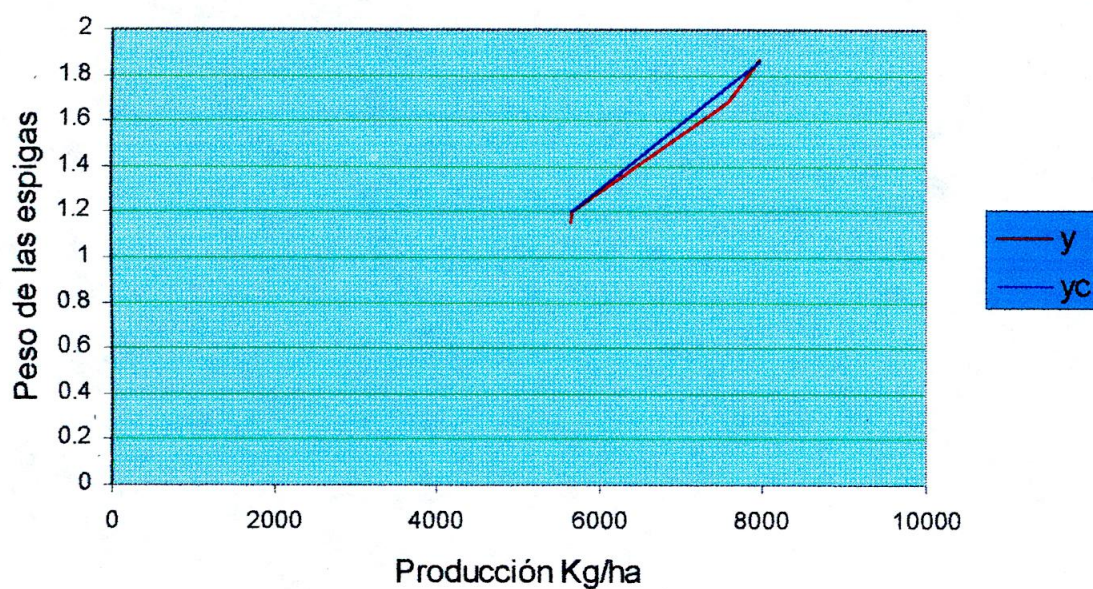


Figura 14. Regresión lineal realizada entre el peso de las espigas y la producción del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

en el parámetro de porcentaje de germinación la homogeneidad es marcada en las cuatro densidades evaluadas en el sistema; otro parámetro importante para tener en cuenta sería el de macollamiento válido, en el cual se nota una relación directa e inversa entre la densidad de siembra y el número de macollas por plantas; en síntesis si se combinan estos parámetros se puede notar que la diferencia en la producción está dada en que el tratamiento de 200 kg de semilla/ha del sistema de siembra al voleo se logra un mayor número de espigas por unidad área, espiga de masas similares a las de los tratamientos de 100 y 150 kg de semilla/ha, esto explica porque con densidad de siembra de 200 kg de semilla/ha se obtienen los mayores rendimientos en este sistema de siembra. A pesar de esta deducción no se puede despreciar el hecho, que, el resto de las densidades de siembra evaluadas en el sistema de siembra al voleo ofrecen rendimientos satisfactorios a los agricultores.

3.7 PESO DE 1000 GRANOS

Los resultados del peso de 1000 granos se especifican en la tabla 9. Para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluadas.

Los datos obtenidos indican que existen una homogeneidad en los resultados observados entre sistemas de siembra, mientras que existen diferencias significativas entre las densidades de siembra evaluadas, indicando claramente por el análisis de varianza (Anexo Ñ). Se puede notar en cada uno de los

Tabla 9. Peso en gramos de 1000 granos, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Sistemas de siembra	Densidad de siembra	1	2	3	4	Suma	Promedio
Hileras a chorrillo	100 Kg/ha	25.64	25.81	26.39	24.39	102.23	25.56
	150 Kg/ha	25.37	26.15	23.56	26.80	101.88	25.47
	200 Kg/ha	24.63	24.59	24.41	26.28	99.91	24.98
	250 Kg/ha	25.27	23.80	24.08	23.78	96.93	24.23
PARCELAS GRANDES		100.91	100.35	98.44	101.25	400.95	25.05
Al voleo	100 Kg/ha	25.54	26.05	26.05	26.03	103.67	25.92
	150 Kg/ha	25.46	24.96	25.03	25.78	101.23	25.31
	200 Kg/ha	24.78	24.75	24.44	24.52	98.49	24.62
	250 Kg/ha	23.82	23.81	26.14	24.19	97.96	24.49
PARCELAS GRANDES		99.60	99.57	101.66	100.52	401.35	25.08
SUMATORIA BLOQUES		200.51	199.92	200.10	201.77	802.30	25.07

sistemas, que al hacer mayor la densidad de siembra disminuye en poca producción pero en forma directa el peso de los granos (Figura 15).

Para el sistema de siembra al voleo se registran los mayores pesos del grano en densidades de 100 y 150 kg de semilla/ha generando masas de 25,92 y 25,31 gramos en promedio, por cada 1000 granos.

Para el sistema de siembra en hilera los mayores pesos del grano también se registraron en las densidades de 100 y 150 kg de semilla/ha generando masas promedios de 25,56 y 25,47 gramos por cada 1000 granos.

Las respectivas pruebas de Tukey indican que el tratamiento de 100 kg de semilla/ha sembradas al voleo registran diferencias altamente significativas cuando se compara con la densidad de siembra de 250 kg de semilla/ha sembrada en hileras, y diferencias significativas cuando se compara con 200 y 250 kg de semilla/ha también sembradas en hileras; También según esta prueba existen diferencias significativas entre los resultados generados por los tratamientos de 100 y 250 kg de semilla/ha sembrados en hileras a chorrillo.

Según las pruebas estadísticas la densidad de siembra y el sistema de siembra no repercute en forma exagerada en el peso del grano, por tanto no es factor de mucha variación en la producción del cultivo.

Efectuadas las respectivas correlación simple (Figura 16) y regresión lineal (Figura 17) del peso de 1000 granos de arroz contra la producción, indican que existe una

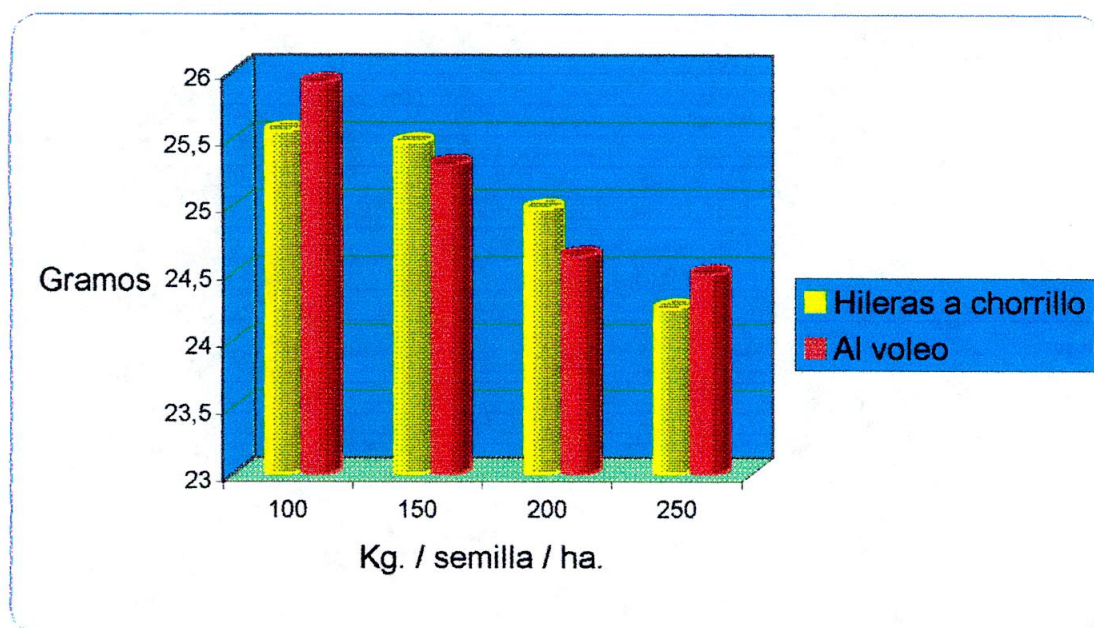


Figura 15. Efecto de los sistemas y densidades de siembra sobre el peso del grano del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

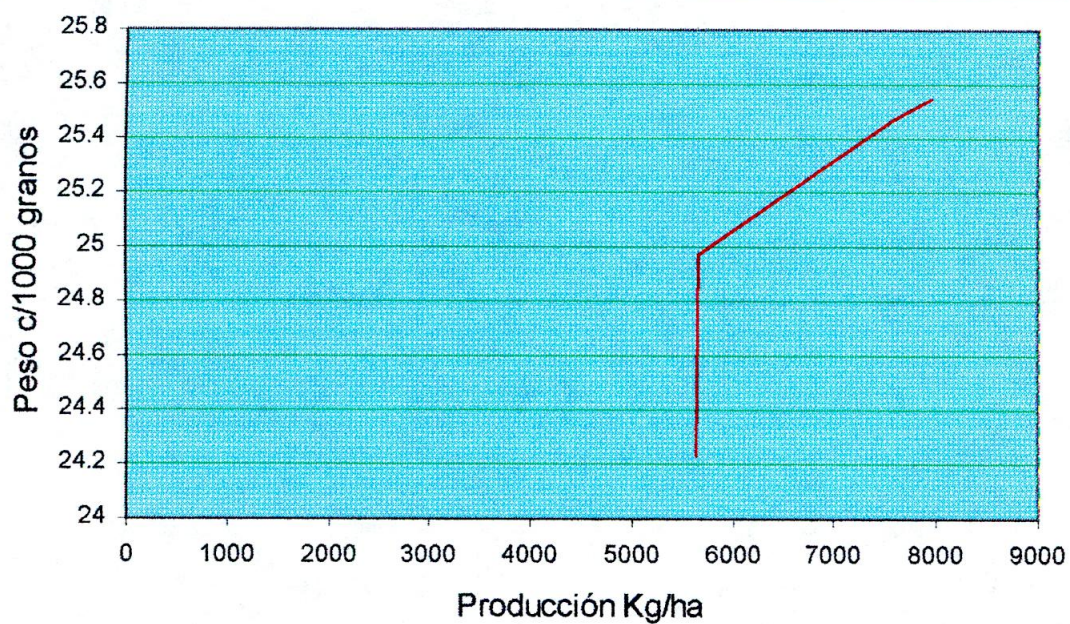


Figura 16. Correlación simple realizada entre el peso del grano y la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

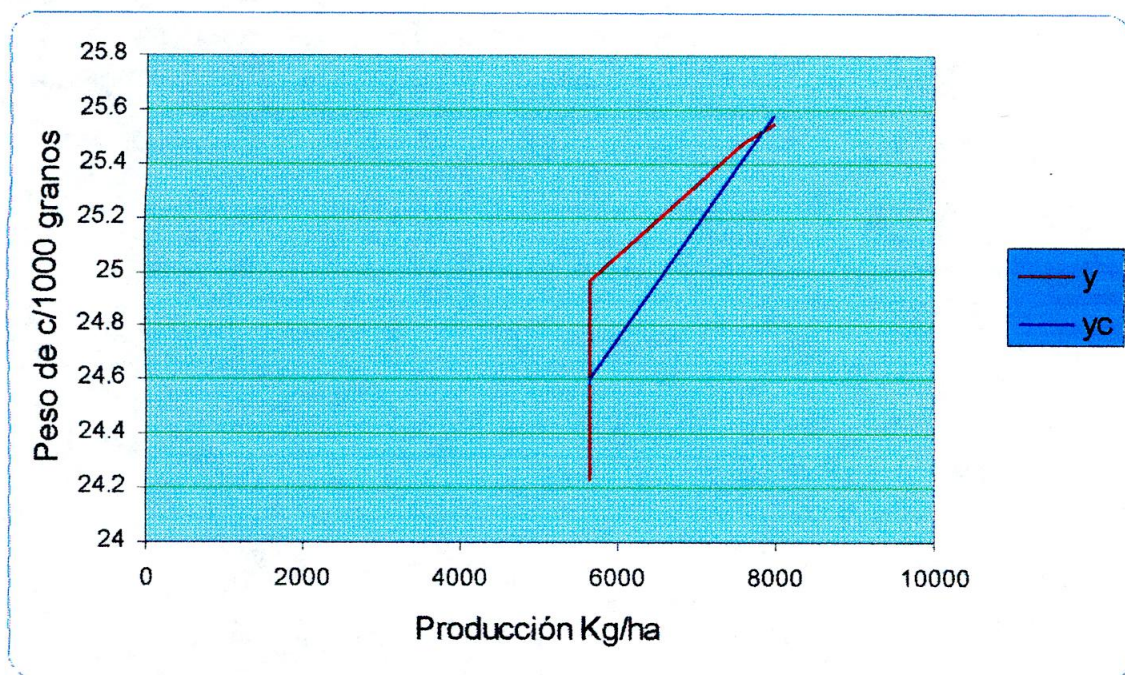


Figura 17. Regresión lineal realizada entre el peso del grano y la producción del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

correlación positiva y directa en el sistema de siembra en hileras, con esto se puede afirmar que cuando se siembra en hileras, cuanto mayor es el peso del grano, mayor es la producción del cultivo; mientras tanto no se pueden expresar afirmaciones similares para cuando se siembra al voleo, ya que no existe ningún grado de correlación entre estos dos parámetros, así como ocurre en otros parámetros como macollamiento, altura de plantas, peso de la espiga y número de granos por espiga, el tratamiento que mayor masa registra en el peso del grano del arroz no es el mismo que ofrece la mayor producción del cultivo.

3.8 PORCENTAJE DE RENTABILIDAD

Los resultados de la rentabilidad en porcentaje se pueden observar en la tabla 10.

Los mayores porcentajes de rentabilidad se registran en el sistema de siembra en hileras a chorrillo con promedios de 83,26%, mientras que en el otro sistema de siembra estudiado sólo alcanza un promedio de 77,38%, cifras que según el análisis de varianza son diferentes significativamente. El análisis de varianza también registra diferencias altamente significativas entre las densidades de siembra estudiadas (Anexo O).

Dentro del sistema de siembra en hileras a chorrillo el mayor porcentaje de rentabilidad lo registran los tratamientos de 100 y 150 kg de semilla/ha con promedios de 123,99 y 106,30% respectivamente, mientras que la menor en el

Tabla 10. Rentabilidad en porcentaje, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Sistemas de siembra	Densidad de siembra	1	2	3	4	Suma	Promedio
Hileras a Chorrillo	100 Kg/ha	125.38	122.32	123.14	125.10	495.94	123.99
	150 Kg/ha	105.57	111.05	93.11	115.45	425.18	106.30
	200 Kg/ha	48.51	53.86	50.47	63.19	216.03	54.01
	250 Kg/ha	55.25	34.94	51.65	58.29	200.13	50.03
PARCELAS GRANDES		334.71	322.17	318.37	362.03	1337.28	83.26
Al Voleo	100 Kg/ha	80.39	76.96	80.87	86.65	324.87	81.22
	150 Kg/ha	74.66	76.66	68.34	73.51	293.17	73.29
	200 Kg/ha	88.74	82.69	86.44	92.43	350.30	87.58
	250 Kg/ha	66.41	69.40	63.53	70.40	269.74	67.44
PARCELAS GRANDES		310.20	305.71	299.18	322.99	1238.08	77.38
SUMATORIA BLOQUES		644.91	627.88	617.55	685.02	2575.36	80.48

mismo sistema la generó la densidad de siembra de 250 kg de semilla/ha con un promedio de 50,03%

En el sistema de siembra al voleo el tratamiento que ofreció la mayor rentabilidad fue el de 200 kg de semilla/ha, en el cual se registró un promedio de 87,58%.

Al realizar las respectivas pruebas de Tukey se encontró que no existen diferencias significativas entre las densidades de 100 y 200 kg de semilla/ha y mucho menos entre las densidades de 150 y 250 kg de semilla/ha, esto para el sistema de siembra al voleo, considerados estadísticamente como parejas similares; pero si existen diferencias significativas entre las densidades de 100 y 150 kg de semilla/ha del mismo sistema de siembra (Anexo P). En el sistema de siembra en hileras se encontró similitud entre las densidades de 200 y 250 kg de semilla/ha (Anexo Q); para las demás densidades de siembra ya sea para el sistema de siembra al voleo como para el de hileras, todas las demás comparaciones tienen diferencias altamente significativas.

Realizadas las respectivas correlación simple (Figura 18) y regresión lineal (figura 19) del porcentaje de rentabilidad contra producción, se encontró que para el sistema de siembra en hileras existe una correlación directa y positiva, es decir, que cuando se siembra en este sistema y se aumenta la producción también aumenta la rentabilidad del cultivo. En el caso de siembra al voleo no se puede

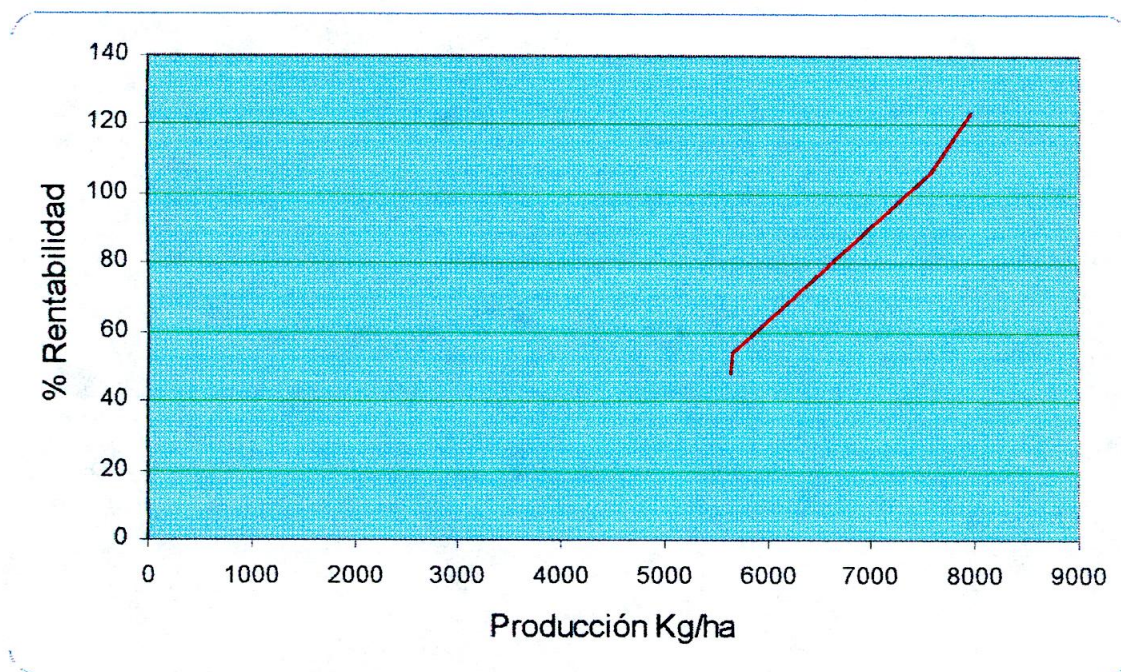


Figura 18. Correlación simple realizada entre la rentabilidad y la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

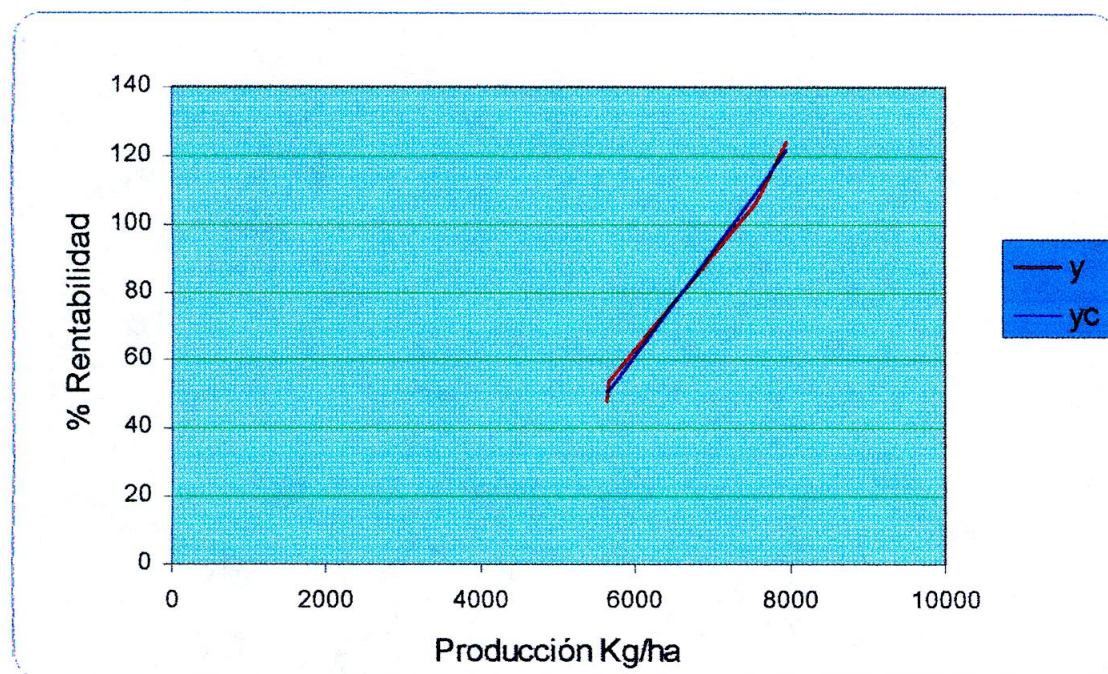


Figura 19. Regresión lineal realizada entre la rentabilidad y la producción del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

afirmar lo mismo, ya que, a pesar, de que se observa que el tratamiento de mayor rentabilidad para el cultivo es el mismo que ofrece el mayor rendimiento en la producción (200 kg de semilla/ha); también debe observarse que el tratamiento de 250 kg de semilla/ha, segundo lugar de producción, es el último en rentabilidad.

Debido a que en el sistema de siembra en hileras los dos factores capaces de variar la rentabilidad son la cantidad de semilla utilizada en cada uno de los tratamientos y el valor monetario de la cosecha, empaque y valor por bulto, se llega a la conclusión de que con bajas densidades de siembra se alcanzan una buena producción y alta rentabilidad (Figura 20), esto hace que las diferencias en rentabilidad entre los tratamientos sean tan altas.

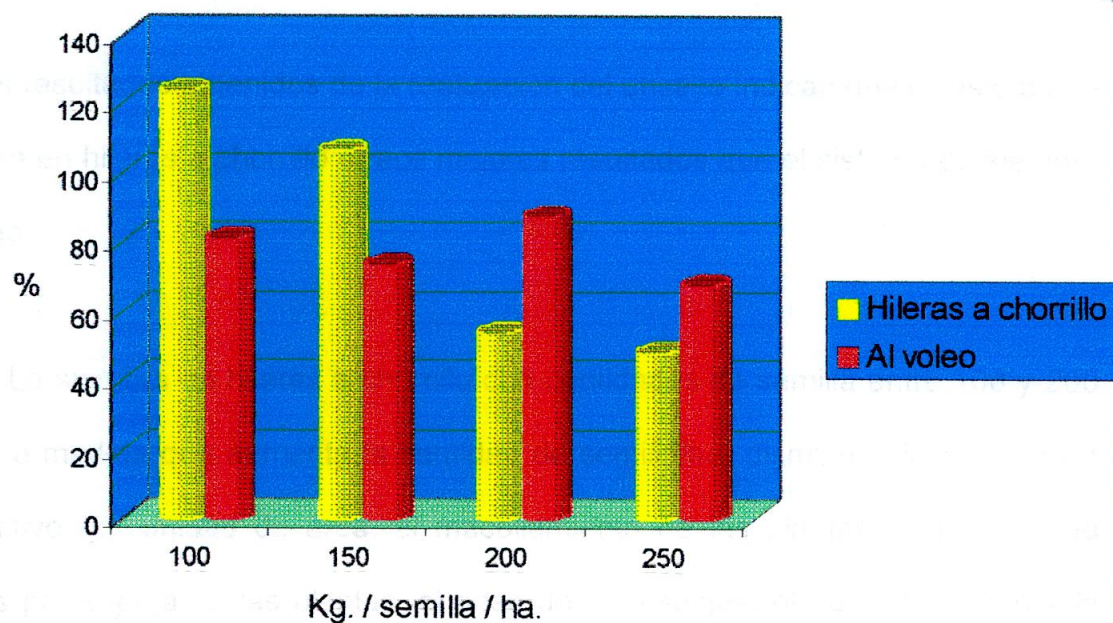


Figura 20. Efecto de los sistemas y densidades de siembra sobre la rentabilidad del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

4 CONCLUSIONES

1. Los resultados obtenidos de la realización del ensayo indican que el sistema de siembra en hileras a chorrillo ofrece mejores resultados que el sistema de siembra al voleo.
2. La siembra en hileras a chorrillo con cantidades de semilla entre 100 y 200 kg/ha, a medida que aumenta la cantidad de semilla/ha, disminuye la producción del cultivo por unidad de área, el macollamiento de las plantas, el número de granos por espiga de las plantas, el peso de las espigas, el peso del grano y la rentabilidad del cultivo; sin ser esta una relación proporcional.
3. Cuando se siembra al voleo con densidades de siembra entre 100 y 250 kg/semilla/ha, a medida que se aumenta la cantidad de semilla/ha, disminuye la altura de las plantas, el macollamiento de éstas, el peso del grano y el porcentaje de germinación de la semilla; sin ser esta una relación proporcional.
4. El porcentaje de germinación de las semillas de arroz es mayor cuando se siembra en hilera a chorrillo que cuando ésta es sembrada al voleo con tapado complementario.

BIBLIOGRAFIA

AMARAL A.S. et al. Reunión anual de arroz anais : Influencia de método y densidad de siembra sobre os componentes do rendimento e producao de graos en arroz irrigado. Porto Alegre : s.n, 1978. p 40-48. Citado por : TASCON J, Eugenio y GARCIA, Elias. Arroz : Investigación y Producción. 2 ed. Cali : CIAT , 1985. p 183-201.

DE LA ROSA GONZALEZ, Jacobo ; GOMEZ YOLI, Alberto y SANCHEZ SILVA, Plutarco. Densidad de siembra y niveles de nitrógeno en arroz (*Oryza sativa* L.) en la variedad CICA 4, en el municipio de Aracataca. Santa Marta 1981. 62 p. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad del Magdalena. Facultad de Ingeniería Agronómica.

FANDIÑO ISAZA, Erasmo y QUINTANA ESCALANTE, Hernan. Comparación de métodos de siembra en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Santa Marta. 1983. 51 p. tesis (ingeniero Agrónomo). Universidad Tecnológica del Magdalena. Facultad de Ingeniería Agronómica.

GONZALEZ, J. et al CIAT : Unidad arroz. Cali : CIAT, 1978. 53 p. Citado por : FANDIÑO ISAZA, Erasmo y QUINTANA ESCALANTE, Hernan, Comparación de métodos de siembra en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Santa Marta. 1983. 51 p. tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Tecnológica del Magdalena. Facultad de Ingeniería Agronómica.

GONZALEZ V, R. Y MURILLO, J. Manual de producción para arroz de secano en Costa Rica. San José : Cafesa, 1981. 127 p.

GRIST D,H. Arroz México : Continental, 1975. 298 p.

INSITITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Normas Técnicas : Presentación y elaboración de trabajos y tesis de grado. Santafé de Bogotá : INCONTEC, 1997. 100 p.

MABBAYAR, B y OBORDO, R. Manual de roducción : Métodos de plantar arroz. México : Limusa, 1975. p 113 – 119. Citado por TASCON, Eugenio y GARCIA, Elías. Arroz : Investigación y producción. 2 ed. Cali : CIAT, 1985. p 183 – 201.

ROBAYO, R. Curso de arroz : la siembra como factor de producción. Ibague : ICA, 1971. p 28 – 37.

RODRIGUEZ, E. Arroz : Densidad de siembra en arroz. Bogotá : s.n. 1969. p. 8-9. citado por : DE LA ROSA GONZALEZ, Jacobo; GOMEZ YOLI Adalberto y SANCHEZ SILVA, Plutarco. Densidad de siembra y niveles de nitrógeno en arroz (*Oryza sativa* L.) en la variedad CICA 4, en el municipio de Aracataca. Santa Marta. 1981. 62 p.

ROSETO M, J; GONZALEZ, F y ORTEGA, A. El cultivo del arroz bajo riego. Bogotá : ICA, 1968. p 20-30.

SALIVE, A. Efecto de la densidad de siembra en surcos sobre algunos parámetros de rendimiento. En : GARCIA, Edmundo *et al.* Unidad de aprendizaje para la capacitación en tecnología de producción de arroz : manejo integrado maleza en el cultivo de arroz en Colombia. s.l : CIAT, 1992. p 14-16.

SANCHEZ, P. Curso de arroz : Comparación entre sistemas de siembras tradicional y semilla pregerminada. Bogotá : Fedearroz 1975. p 175 – 177

SMITH DEARSON, Harris. Maquinaria agrícola. Barcelona : Orega, 1967. p 197, 228 – 241.

TACON Eugenio y GARCIA Elías. Arroz : Investigación y producción. 2 ed. Cali : CIAT, 1985. p 183-257.

VENTURA F,C. Métodos de cultivo : Curso de adiestramiento en producción de arroz. Inipa, Perú : s.n. 1980. p 220-257.

ANEXOS

Anexo A. Análisis de varianza de la producción, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.CAL	0.05	0.01
BLOQUE	3	447438.9	149146.30	14.18*	9.28	29.49
F1 "S.S"	1	372600.3	372600.30	35.43*	10.13	34.12
ERROR(a)	3	31547.8	10515.93	2.17		
P. GRANDES	7	851587.0	121655.29	41.98**	2.58	3.84
F2 "D.S"	3	5359404.0	1786468.00	89.58**	3.16	5.09
INT. F1XF2	3	15010880.0	5002636.00		3.16	5.09
ERROR(b)	18	10054400.0	55855.55			
TOTAL	31	22227271.0				

*Diferencias significativas

**Diferencias altamente significativas

Anexo B. Promedio de la producción, para cada una de las densidades de siembra evaluadas en el sistema de siembra en hileras a chorrillo en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Densidades de siembra Kg. De semilla / ha.	Promedios Kg. / ha
100	7965,75 a
150	7567,75 b
200	5650,15 c
250	5637,60 cd

Valores con una letra en común no son diferentes estadísticamente; en caso contrario presentan diferencias significativas al 5 %.

Anexo C. Promedio de la producción, para cada una de las densidades de siembra evaluadas en el sistema de siembra al voleo, en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Densidades de siembra Kg. De semilla / ha.	Promedios Kg. / ha
100	6215,00 bc
150	6191,75 cd
200	7074,75 a
250	6476,50 bc

Valores con una letra en común no son diferentes estadísticamente; en caso contrario presentan diferencias significativas al 5%

Anexo D. Análisis de varianza del porcentaje de germinación, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.CAL	0.05	0.01
BLOQUE	3	15.55	5.18	0.47	9.28	29.49
F1 "S.S"	1	173.22	1731.22	159.04**	10.13	34.12
ERROR(a)	3	32.65	10.88			
P. GRANDES	7	1779.42	254.20	28.69**	2.58	3.84
F2 "D.S"	3	22.20	7.06	0.79	3.16	5.09
INT. F1XF2	3	27.81	9.27	1.04	3.16	5.09
ERROR(b)	18	159.43	8.85			
TOTAL	31	198.89				

*Diferencias significativas

**Diferencias altamente significativas

Anexo E. Análisis de varianza del número de macollas por plantas, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.CAL	0.05	0.01
BLOQUE	3	0.0112093	0.0037364	0.13	9.28	29.49
F1 "S.S"	1	2.9707031	2.9707031	108.78**	10.13	34.12
ERROR(a)	3	0.0819095	0.0273031			
P. GRANDES	7	3.0638219	0.4376888	18.80**	2.58	3.84
F2 "D.S"	3	12.1717840	4.0572613	174.33**	3.16	5.09
INT. F1XF2	3	0.0900347	0.0300115	1.28	3.16	5.09
ERROR(b)	18	0.4189064	0.0232725			
TOTAL	31	15.7445470				

*Diferencias significativas

**Diferencias altamente significativas

Anexo F. Promedio del número de macollas por planta, para cada una de las densidades de siembra evaluadas en el sistema de siembra al voleo, en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Densidades de siembra Kg. De semilla / ha.	Promedios Número de macollas
100	3.44 a
150	2.58 b
200	2.05 c
250	1.67 d

Valores con una letra en común no son diferentes estadísticamente; en caso contrario presentan diferencias significativas al 5%

Anexo G. Promedio del número de macollas por planta, para cada una de las densidades de siembra evaluadas en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Densidades de siembra Kg. De semilla / ha.	Promedios Número de macollas
100	2.60 a
150	2.03 b
200	1.47 c
250	1.16 d

Valores con una letra en común no son diferentes estadísticamente; en caso contrario presentan diferencias significativas al 5%

Anexo H. Análisis de varianza de la altura de las plantas, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.CAL	0.05	0.01
BLOQUE	3	172.839930	57.613310	5.61	9.28	29.49
F1 "S.S"	1	0.0866112	0.891120	0.008	10.13	34.12
ERROR(a)	3	30.808308	10.269436			
P. GRANDES	7	203.734350	29104907	1.73	2.58	3.84
F2 "D.S"	3	3624.151500	1208.0505	72.12**	3.16	5.09
INT. F1XF2	3	1.122088	0.374029	0.22	3.16	5.09
ERROR(b)	18	316.471060	1116.748392			
TOTAL	31	4130.479				

*Diferencias significativas

**Diferencias altamente significativas

Anexo I. Promedios de la altura de plantas en cm. Para cada uno de los sistemas de siembra y sus respectivas densidades evaluadas en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Sistemas de siembra	Densidad de siembra	Promedios
Hileras a chorrillo	100	112.60 a
	150	103.46 b
	200	90.55 cd
	250	85.34 cd
Al voleo	100	112.30 ae
	150	103.95 bf
	200	90.31 cg
	250	85.81 cdh

Valores con una letra en común no son diferentes estadísticamente; en caso contrario presentan diferencias significativas al 5 %

Anexo J. Análisis de varianza del número de granos por espiga, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.CAL	0.05	0.01
BLOQUE	3	29.9940381	9.9980127	8.01	9.28	29.49
F1 "S.S"	1	281.43781	281.43781	225.52**	10.13	34.12
ERROR(a)	3	3.7437	1.247914			
P. GRANDES	7	315.17559	45.025084	12.12**	2.58	3.84
F2 "D.S"	3	1004.39	334.79927	90.13**	3.16	5.09
INT. F1XF2	3	983.16778	327.72259	88.22**	3.16	5.09
ERROR(b)	18	66.86113	3.7145072			
TOTAL	31	2.369.6				

*Diferencias significativas

**Diferencias altamente significativas

Anexo K. Promedio del número de granos por espiga, para cada una de las densidades de siembra evaluadas en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Densidades de siembra Kg. De semilla / ha.	Promedios Número de granos
100	72.95 a
150	67.24 b
200	49.46 c
250	47.69 cd

Valores con una letra en común no son diferentes estadísticamente; en caso contrario presentan diferencias significativas al 5%

Anexo L. Promedio del número de granos por espiga, para cada una de las densidades de siembra evaluadas en el sistema de siembra al voleo, en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Densidades de siembra Kg. De semilla / ha.	Promedios Granos por espiga
100	53.95 bc
150	52.57 cd
200	56.29 ab
250	50.81 d .

Valores con una letra en común no son diferentes estadísticamente; en caso contrario presentan diferencias significativas al 5%

Anexo M. Análisis de varianza del peso de las espigas, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.CAL	0.05	0.01
BLOQUE	3	0.018466	0.006554	2.99	9.28	29.49
F1 "S.S"	1	0.196878	0.196878	95.85**	10.13	34.12
ERROR(a)	3	0.002054	0.002054			
P. GRANDES	7	0.217394	0.031056	15.13**	2.58	3.84
F2 "D.S"	3	0.973292	0.324431	158.1**	3.16	5.09
INT. F1XF2	3	0.609056	0.203019	98.93**	3.16	5.09
ERROR(b)	18	0.036937	0.002052			
TOTAL	31	1.836679				

*Diferencias significativas

**Diferencias altamente significativas

Anexo N. Promedio del peso de las espigas en gramos, para cada una de las densidades de siembra evaluadas en el sistema de siembra al voleo, en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Densidades de siembra Kg. De semilla / ha.	Promedios Peso de las espigas en gramos
100	1.391 a
150	1.314 c
200	1.373 abc
250	1.210 d

Valores con una letra en común no son diferentes estadísticamente; en caso contrario presentan diferencias significativas al 5%

Anexo Ñ. Análisis de varianza del peso del grano, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.CAL	0.05	0.01
BLOQUE	3	0.260863	0.086954	0.15	9.28	29.49
F1 "S.S"	1	0.005	0.005	0.01	10.13	34.12
ERROR(a)	3	1.648225	0.549408			
P. GRANDES	7	1.914088	0.273441	0.34	2.58	3.84
F2 "D.S"	3	8.978963	2.992988	3.75*	3.16	5.09
INT. F1XF2	3	0.691675	0.230558	0.28	3.16	5.09
ERROR(b)	18	14.331163	0.796176			
TOTAL	31	25.915888				

*Diferencias significativas

**Diferencias altamente significativas

Anexo O. Análisis de varianza de la rentabilidad, para cada uno de los sistemas y densidades de siembra evaluados en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.CAL	0.05	0.01
BLOQUE	3	250.59663	83.53221	14.58*	9.28	29.49
F1 "S.S"	1	254.25125	253.25125	44.38**	10.13	34.12
ERROR(a)	3	17.18492	5.728307			
P. GRANDES	7	522.0328	74.576114	2.31	2.58	3.84
F2 "D.S"	3	9516.0965	3172.0328	110.74**	3.16	5.09
INT. F1XF2	3	8555.7875	2851.9292	91.47**	3.16	5.09
ERROR(b)	18	561.1982	31.177678			
TOTAL	31	191151.15				

*Diferencias significativas

**Diferencias altamente significativas

Anexo P. Promedio de la rentabilidad en porcentaje, para cada una de las densidades de siembra evaluadas en el sistema de siembra al voleo, en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Densidades de siembra Kg. De semilla / ha.	Promedios Porcentaje de Rentabilidad
100	81.22 bc
150	73.29 cd
200	87.58 ab
250	67.44 d

Valores con una letra en común no son diferentes estadísticamente; en caso contrario presentan diferencias significativas al 5%

Anexo Q. Promedio de la rentabilidad en porcentaje, para cada una de las densidades de siembra evaluadas en el sistema de siembra en hileras a chorrillo, en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en ensayo realizado en Valledupar, departamento del Cesar.

Densidades de siembra Kg. De semilla / ha.	Promedios Porcentaje de rentabilidad
100	123.99 a
150	106.30 b
200	54.01 c
250	50.03 cd

Valores con una letra en común no son diferentes estadísticamente; en caso contrario presentan diferencias significativas al 5%